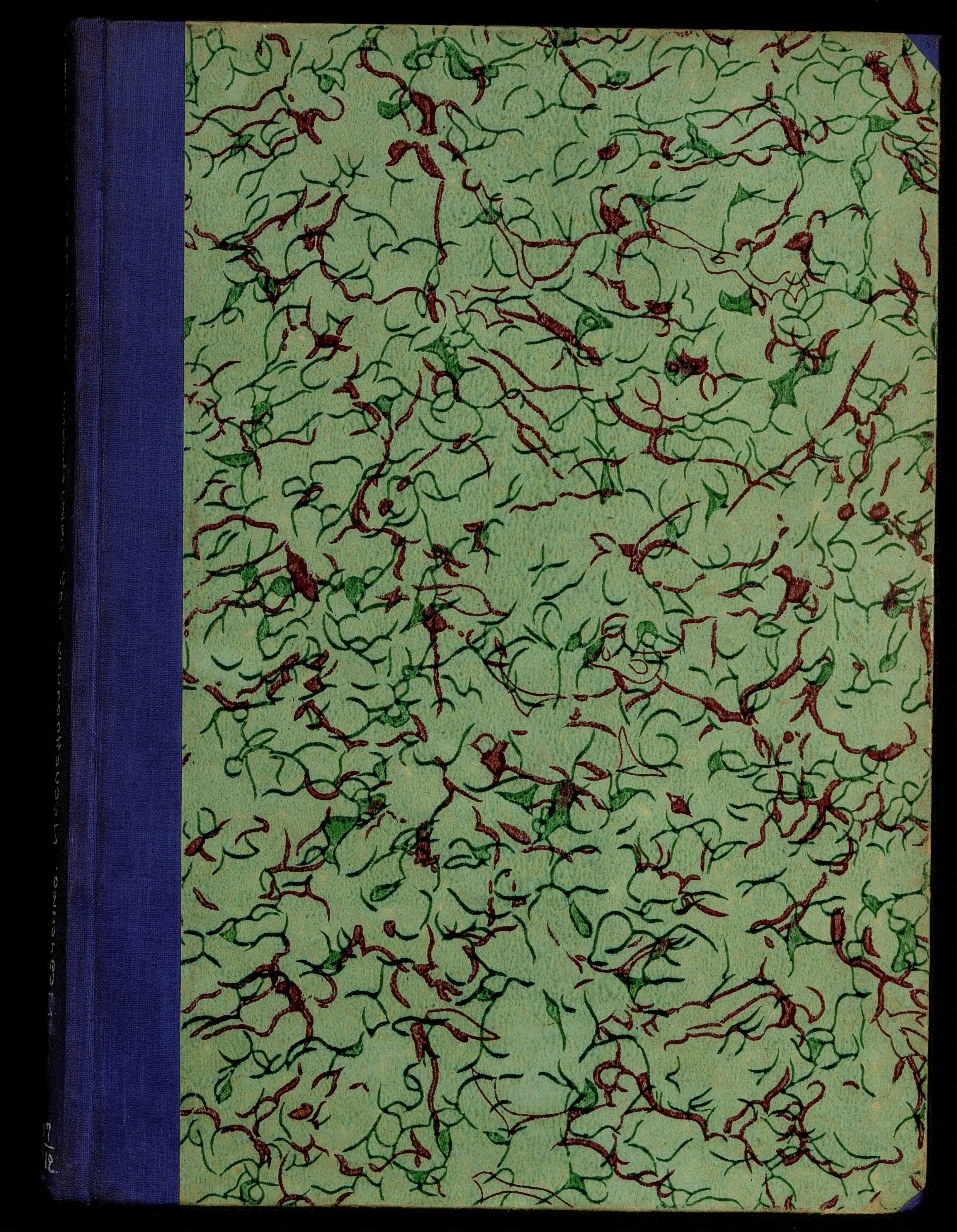


ДЕПАРТАМЕНТЪ ЗЕМЛЕДѢЛІЯ.



Труды Мурманской Научно-Промысловой Экспедиціи 1906 года.

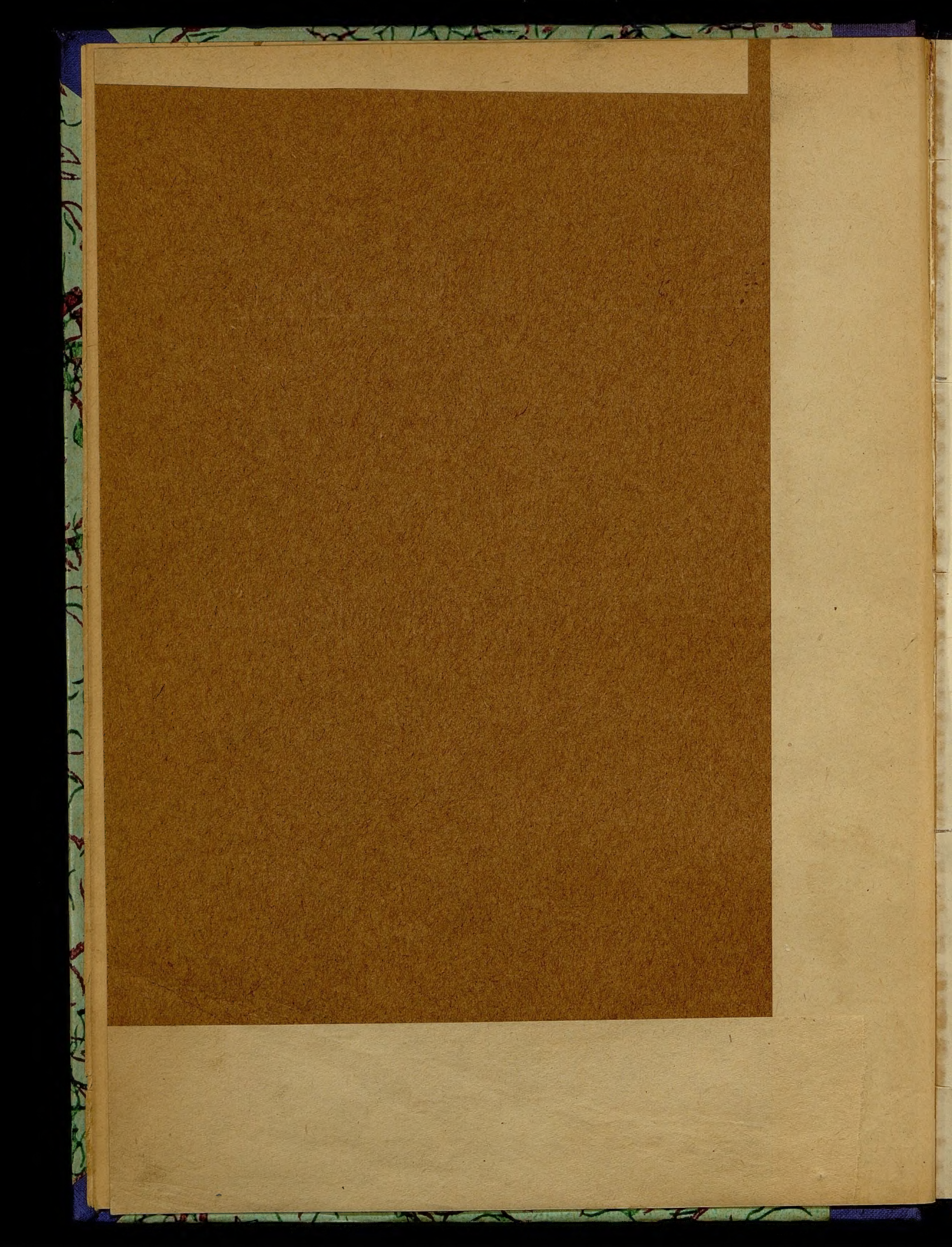
Б. Л. Исаченко.

ИЗСЛѢДОВАНІЯ

НАДЪ БАКТЕРІЯМИ СѢВЕРНАГО ЛЕДОВИТАГО ОКЕАНА.

Съ 3 таблицами и 63 рисунками.

ПЕТРОГРАДЪ.
Типографія В. Ѳ. Киршбаума (отдѣленіе), Новоисаакіевская ул., д. 20.
1914.



ДЕПАРТАМЕНТЪ ЗЕМЛЕДѢЛІЯ.



Труды Мурманской Научно-Промысловой Экспедиціи 1906 года.

Б. Л. Исаченко.

ИЗСЛѢДОВАНІЯ НАДЪ БАКТЕРІЯМИ СѢВЕРНАГО ЛЕДОВИТАГО ОКЕАНА.

Съ 3 таблицами и 63 рисунками.

L'EXPÉDITION SCIENTIFIQUE POUR L'EXPLORATION DES PÊCHERIES DE LA CÔTE MOURMANE.

RECHERCHES SUR LES MICROBES DE L'OCÉAN GLACIAL ARCTIQUE

PAR

B. L. Issatchenko.

ПЕТРОГРАДЪ.
Типографія В. Ѳ. Киршбаума (отдѣленіе), Новоисаакіевская, 20.
1914.

Предисловіе.

Въ 1906 году мнѣ было предложено начальникомъ Мурманской научно-промысловой экспедиціи Л. Л. Брейтфусомъ изслѣдовать въ бактеріологическомъ отношеніи ту часть Сѣвернаго Ледовитаго океана, которая входитъ въ районъ научныхъ и промысловыхъ работъ экспедиціи.

Для того, чтобы исполнить предложенную задачу, нужны были средства, необходимо было обставить лабораторію на берегу въ помѣщеніи экспедиціи въ Александровскѣ и на пароходѣ экспедиціи «Андрей Первозванный» такъ, чтобы, добывъ пробу воды, можно было бы тотчасъ же изслѣдовать ее. Это казалось особенно необходимымъ въ такой мало изслѣдованной области, какъ приполярныя моря, гдѣ даже само существованіе бактерій или вообще отрицалось или подвергалось сомнѣніямъ.

Средства, необходимыя для покупки приборовъ, я получилъ отъ Департамента Земледѣлія и не могу не вспомнить здѣсь съ благодарностью то содѣйствіе, которое оказали мнѣ въ этомъ О. А. Гриммъ, И. Д. Кузнецовъ и І. К. Окуличъ.

Часть расходовъ принялъ на себя Императорскій Ботаническій садъ, въ лабораторіи котораго я исполнилъ обработку собраннаго матеріала. Физико-математическій факультетъ Императорскаго С.-Петербургскаго Университета также помогъ появленію въ свѣтъ этой работы. Какъ Совѣту сада, такъ и физико-математическому факультету приношу мою благодарность.

Передо мною стояла задача, трудность которой я не скрывалъ отъ себя. Было намѣчено не только выяснить, существуютъ ли бактеріи въ Ледовитомъ океанѣ, но предстояло также разобраться въ тѣхъ процессахъ, которые могутъ, вслѣдствіе ихъ дѣятельности, прямо или косвенно вліять на протекающую въ океанѣ органическую жизнь.

При взглядѣ на карту Баренцова моря совершенно ясно становилось, что игнорировать распредѣленіе теченій въ немъ при предстоящей работѣ нельзя, и, столь же ясно было, что при изслѣдованіяхъ необходимо принимать во вниманіе

направленіе и географическое положеніе какъ существующихъ въ немъ вѣтвей Гольфштрема, несущихъ массу сравнительно теплой воды, такъ и тѣхъ холодныхъ теченій, которыя съ востока проникаютъ сюда, огибая берега Новой Земли.

Сообразно этому были намѣчены тѣ станціи, на которыхъ казалось особенно необходимымъ брать для изслѣдованія пробы воды.

Ясно было также съ самаго начала изслѣдованій, что однимъ рейсомъ одного года достичь многаго нельзя. Сознавалась обязательность вторичнаго изслѣдованія въ слѣдующемъ году, чтобы по даннымъ, собраннымъ въ теченіе хотя бы только двухъ лѣтъ, составить болѣе вѣроятное представленіе о постоянствѣ распредѣленія бактерій по извѣстнымъ теченіямъ и о постоянствѣ протекающихъ въ нихъ процессовъ. Но исполнить это условіе, столь необходимое для точности работы, не пришлось—экспедиція прекратила свое существованіе....

Приходилось мириться съ неполнотой собраннаго матеріала, приходилось довольствоваться единственной поѣздкой и тѣмъ собраннымъ матеріаломъ, который по плану работы долженъ былъ служить лишь въ качествѣ оріентировочныхъ данныхъ для работъ слѣдующаго года.

Въ программу изслѣдованій 1906 года входило, кромѣ изслѣдованія бактерій океана, выясненіе тѣхъ факторовъ, которые ведутъ къ образованію сѣроводорода въ реликтовомъ озерѣ Могильномъ на о. Кильдинѣ. Эта задача исполнена лишь отчасти, такъ какъ для полноты картины совершающихся въ немъ процессовъ желательно было изслѣдованіе озера повторить въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ, когда поверхность его покрыта ледянымъ покровомъ.

Въ заключеніе не могу не выразить моей глубокой признательности всей Мурманской научно-промысловой экспедиціи въ лицѣ Л. Л. Брейтфуса, покойнаго А. К. Линко, В. Л. Исаченко, А. П. Смирнова, В. Н. Чичагова и др., много мнѣ помогшихъ во время пребыванія на Мурманѣ своимъ внимательнымъ, всегда любезнымъ отношеніемъ и неослабнымъ интересомъ къ моимъ изслѣдованіямъ.

И. Ботаническій Садъ.

Оглавленіе.

TABLE DES MATIÈRES.

ВВЕДЕНІЕ.

Та часть Сѣвернаго Ледовитаго океана, которая примыкаетъ къ берегамъ Мурмана и простирается на востокъ до Новой Земли, а на сѣверъ до Шпицбергена и Земли Франца-Іосифа, носитъ названіе Баренцова моря.

Это громадное водное пространство, благодаря существованію Гольфштрема, огибающаго берега Скандинавскаго полуострова и входящаго сюда нѣсколькими вѣтвями, представляетъ собой бассейнъ не съ одинаковыми физическими условіями. Съ одной стороны изслѣдователь наталкивается здѣсь на массы воды приносимой сюда изъ теплыхъ частей Атлантическаго океана, отъ береговъ Америки, а съ другой стороны онъ встрѣчаетъ здѣсь холодныя теченія, заходящія сюда изъ Карскаго моря или изъ прилежащихъ къ полюсу частей Ледовитаго океана. Распредѣленіе температуръ, соленость, содержаніе газовъ, условія вертикальной циркуляціи воды все это такіе факторы, изученіе которыхъ позволяетъ выяснить условія существованія населяющихъ море организмовъ. Несомнѣнно, что въ зависимости отъ этихъ факторовъ и не безъ вліянія въ свою очередь на природу даннаго бассейна находятся и микроорганизмы, вліяющіе, иногда, кореннымъ образомъ на характеръ разселенія всѣхъ живыхъ существъ. Представлялось необходимымъ выяснить существуетъ ли здѣсь или совершенно отсутствуетъ громадная группа микроорганизмовъ,—безъ этого не могло быть и рѣчи объ общей біологической характеристикѣ Баренцова моря.

Между тѣмъ, наши знанія въ этомъ отношеніи до чрезвычайности не богаты: мы знали болѣе или менѣе полно составъ фауны, располагаемъ свѣдѣніями о составѣ флоры, а своеобразный міръ организмовъ „infiniment petites“ оставался въ сторонѣ или же существованіе его въ этихъ полярныхъ странахъ отрицалось совершенно.

Немногочисленныя изслѣдованія, посвященныя микроорганизмамъ сѣверныхъ полярныхъ странъ, даютъ матеріалъ очень не обширный и не позволяющій судить о сколь нибудь замѣтной здѣсь роли организмовъ въ круговоротѣ веществъ.

Изслѣдованія Левина, произведенныя во время шведской экспедиціи Натгорста на „Antarctic“, вблизи Шпицбергена и Земли Франца-Іосифа, были до того опредѣленны, что казалось вполнѣ возможнымъ видѣть въ нихъ обоснованіе и подтвержденіе теоріи Брандта о круговоротѣ веществъ въ морѣ.

Совершенно возможнымъ казалось признать, что богатство сѣверныхъ морей органической жизнью обязано отсутствію въ нихъ денитрифицирующихъ бактерій, констатированныхъ въ теплыхъ моряхъ Брандтомъ и его учениками. Казалось возможнымъ—въ объясненіе причинъ своеобразнаго разселенія животныхъ и растительныхъ организмовъ поставить въ видѣ краеугольнаго камня законъ минимума Либиха и, исходя изъ него, энергичной дѣятельностью бактерій, возстановляющихъ азотнокислыя соединенія, объяснить сравнительную бѣдность планктона тропическихъ морей.

Несомнѣнно, появленіе гипотезы Брандта въ исторіи науки сыграло первостепенную роль. Это была въ полномъ смыслѣ слова плодотворная идея, такъ какъ она, въ качествѣ рабочей гипотезы, дала толчекъ къ многочисленнымъ изслѣдованіямъ бактерій моря, не только съ точки зрѣнія разселенія ихъ въ различныхъ глубинахъ, въ различныхъ условіяхъ существованія, но и съ точки зрѣнія участія ихъ въ круговоротѣ веществъ.

Когда я начиналъ свои изслѣдованія, я не могъ предполагать даже, что въ холодныхъ водахъ Сѣвернаго Ледовитаго океана найду жизнеспособныхъ, творящихъ работу разрушенія денитрифицирующихъ бактерій. Не думалъ также, что удастся найти здѣсь нитрифицирующіе организмы. Однако собранные факты оказались настолько убѣдительными, что пришлось позадуматься надъ вѣрностью той гипотезы, которую нельзя было или стало трудно и неблагодарно пытаться совмѣстить съ новыми фактами.

Когда моя работа была уже совершенно закончена, появились труды экспедиціи Эриха фонъ-Дригальскаго къ южному полюсу на „Gauss“. Въ трудахъ этой экспедиціи я нашелъ подтвержденіе нѣкоторымъ фактамъ, добытымъ мною вблизи другого полюса земного шара. Кромѣ того, благодаря ряду новыхъ изслѣдованій различныхъ ученыхъ, накопилось много фактовъ, позволяющихъ считать дѣятельность бактерій въ холодныхъ моряхъ не столь ужъ исключительной и неожиданной, какъ казалось мнѣ при началѣ работы, когда къ каждому новому явленію, обнаруживаемому среди выдѣленныхъ бактерій, приходилось относиться съ особой осторожностью и въ вѣрности наблюденій убѣждаться новыми опытами, новыми наблюденіями.

То, что казалось новымъ въ 1906 году, когда начиналась эта работа, что казалось противорѣчащимъ установленнымъ въ наукѣ фактамъ, то постепенно находило подтвержденіе въ тѣхъ наблюденіяхъ, которыя были сдѣланы различными учеными въ то время, когда моя работа въ 1908 году была въ общихъ чертахъ закончена. Это, конечно, значительно облегчало работу, давая бо̀льшую увѣренность въ правильности моихъ наблюденій и вотъ послѣдніе четыре года, когда печатаніе работы, не по моей винѣ, затянулось — приходилось только дѣлать нѣкоторыя дополненія и исправленія въ зависимости отъ вновь выходившихъ изслѣдованій—этимъ объясняется почему здѣсь въ дальнѣйшемъ принята во вниманіе, по возможности, и та литература, которая появилась и послѣ 1908 года.

Глава I.

Очеркъ изслѣдованій бактерій моря.

«Nous pouvons dire dès à présent que la vie existe partout dans la mer, depuis la côte jusqu'au milieu des océans et jusqu'aux plus grandes profondeurs, qu'elle soit représantée par les êtres les plus infimes ou par les êtres élevés en organisation».

J. Richard. L'océanographie.

Первыя свѣдѣнія, касающіяся низшихъ организмовъ въ полярныхъ странахъ, были даны въ 1868 г. врачемъ экспедиціи „Sofia“ Нистремомъ (Nyström) [1]. Нистремъ, по совѣту Пастера, взялъ съ собой на Шпицбергенъ балоны со стерилизованными средами изъ мяса, отвара дрожжей и мочи. Балоны эти были открыты въ различныхъ мѣстахъ на Шпицбергенѣ и, на основаніи этихъ опытовъ, оказалось, что воздухъ здѣсь почти не содержитъ зародышей микроорганизмовъ, такъ какъ балоны или оставались стерильны или же броженіе въ нихъ начиналось много позже, такъ что могла возникнуть мысль о болѣе позднемъ ихъ загрязненіи. Микроскопическаго изслѣдованія балоновъ не было сдѣлано, такъ что, вообще, это изслѣдованіе мало дало намъ положительныхъ фактовъ. Но, что въ общемъ, констатированное этимъ наблюденіемъ Нистрема, отсутствіе сколько нибудь значительнаго числа микроорганизмовъ въ воздухѣ является характернымъ для полярныхъ странъ, можно видѣть также же изъ наблюденій Норденшильда [2]) сдѣланныхъ еще въ 1864 г., по словамъ котораго не смотря на самыя неблагопріятныя условія для здоровья, экипажъ судна не хворалъ никакими инфекціонными заболѣваніями. Явное отсутствіе въ воздухѣ патогенныхъ микроорганизмовъ бросалось въ глаза. Позднѣйшія изслѣдованія воздуха, сдѣланныя докторомъ Блессингъ (Blessing) во время Нансеновской экспедиціи на „Fram“

[1]) Nyström, C. Om fäsnings och forruttnelseprocesserna pä Spetsbergen. Upsala Läkareförenings förhandlingar. T. IV, цитировано по работѣ Левина (см. дальше).

[2]) Nordenskiold, A. E. Svenska expeditionen till Spetsbergen och Jan Mayen. 1867. pag. 74.

въ свою очередь подтверждали, что въ воздухѣ надъ полярнымъ моремъ безполезно искать бактерій.

Мнѣ кажется, однако, что въ этомъ взглядѣ имѣется извѣстная доля увлеченія и, если даже Экелёвъ при своихъ довольно тщательно сдѣланныхъ наблюденіяхъ приходитъ къ выводу, что въ полярныхъ странахъ нѣтъ патогенныхъ бактерій, то все же, мнѣ кажется, что нужно обратить вниманіе на сильную заболѣваемость цынгой командъ во время всѣхъ прежнихъ экспедицій. Слѣдовательно, вполнѣ отрицать возможность распространенія патогенныхъ организмовъ даже среди полярныхъ льдовъ мы не имѣемъ достаточныхъ основаній.

Если, однако, мы на первое мѣсто среди изслѣдователей микроорганизмовъ на крайнемъ сѣверѣ ставимъ Нистрема, то среди первыхъ изслѣдователей бактерій моря мы должны указать датскаго ботаника Варминга [1]). Его изслѣдованіе (1875 г.) было произведено надъ пурпурными сѣрными бактеріями, встрѣчающимися въ небольшихъ бухтахъ по берегамъ Даніи въ нѣкоторые годы въ такомъ громадномъ количествѣ, что выброшенныя на берегъ водоросли, подводные камни и т. п. кажутся совершенно красными отъ покрывающихъ ихъ сплошнымъ налетомъ пурпурныхъ бактерій.

Это изслѣдованіе Варминга появилось на датскомъ языкѣ съ довольно полнымъ французскимъ résumé и намъ впослѣдствіи придется еще коснуться этой работы.

Вскорѣ послѣ изслѣдованій Варминга появляется (1881 г.) изслѣдованіе Энглера [2]) бактерій такъ наз. „мертваго дна" въ Кильской бухтѣ. Въ этомъ изслѣдованіи описываются встрѣчающіяся на днѣ сѣрныя бактеріи и описывается новый организмъ Phragmidiothrix. Изслѣдованія какъ Варминга, такъ и Энглера были произведены у береговъ, первыя же глубоководныя изслѣдованія моря были произведены французскими бактеріологами. Эти бактеріологическія изслѣдованія глубинъ Атлантическаго океана были произведены въ 1882—83 годахъ на борту „Travailleur" и „Talisman". Результаты изслѣдованій Сертъ сообщилъ Парижской Академіи Наукъ [3]); изъ этихъ изслѣдованій слѣдуетъ, что въ океанѣ встрѣчаются только аэробныя формы, анаэробныхъ же нѣтъ. Изъ болѣе чѣмъ 100 сосудовъ для культуры, засѣянныхъ каждый каплей

[1]) Warming, Eug. Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bacterier. (съ франц. résumé). Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn, 1875. Kjöbenhavn, 1876.

[2]) Engler, Ad. Ueber die Pilzvegetation des weissen oder toten Grundes der Kieler Bucht. Bericht d. Commission zur Erforsch. d. deutsch. Meere. 1881.

[3]) Certes, A. Sur la culture a l'abri des germes atmosphériques des eaux et des sédiments rapportées par les expéditions du Travailleur et du Tallisman 1882—1883. Compt. rend. hebd. de l'Acad. des sc. T. 98. 1884. pag. 690—695.

воды, стерильными осталось только 4, что указываетъ, несомнѣнно, на сравнительно многочисленное микробіальное населеніе океана. Пробы воды были добыты изъ глубинъ съ помощью спеціально конструированнаго, по указаніямъ Альфонса Мильнъ-Эдвардса, прибора, открывающагося на опредѣленной глубинѣ. Пробы были взяты съ значительныхъ глубинъ, такъ напр., съ „Travailleur"—съ глубины въ 937 м., 1.094 м., 3.100 м., 5.100 м. и т. п., а съ „Talisman"—съ глубины въ 500 м., 2.638 м., 3.705 м. и т. п.; такимъ образомъ, въ этомъ отношеніи полученныя пробы заслуживаютъ полнаго вниманія. Культуры микробовъ были произведены на мясномъ или куриномъ бульонѣ или въ жидкости Ролена и Кона. Въ культурахъ былъ найденъ крупный спороносный бациллъ, большой вибріонъ, нѣсколько микрококковъ. Итакъ первыя же бактеріологическія изслѣдованія морскихъ бактерій оказались весьма плодотворны. Этими первыми изслѣдованіями было доказано существованіе бактерій въ океанѣ на значительныхъ глубинахъ и было показано, что въ водѣ океана встрѣчаются морфологически тѣ же самыя формы, что и на сушѣ.

Въ 1885—86 годахъ производитъ свои первыя бактеріологическія изслѣдованія на пути въ Вестъ-Индію Бернгардъ Фишеръ на кораблѣ „Мольтке". Фишеръ не зналъ о томъ, что еще до его изслѣдованій были произведены упомянутыя выше изслѣдованія Атлантическаго океана Сертомъ и въ своемъ капитальномъ трудѣ „Die Bakterien des Meeres", вышедшемъ въ 1894 году и содержащемъ описаніе бактеріологическихъ работъ Фишера [1]) въ Атлантическомъ океанѣ, онъ совершенно не упоминаетъ о своемъ предшественникѣ, но наоборотъ говоритъ: „war die Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung die erste, welche auch die Bakterien (Schizomyceten), jene auf der untersten Entwicklungsstufe stehenden, dem Pflanzenreich zugerechneten Lebewesen in den Bereich ihrer Untersuchungen zog".

Фишеръ изслѣдовалъ океанъ отъ 60° сѣв. до 8° южной шир., причемъ океанъ былъ пересѣченъ по разнымъ направленіямъ не менѣе 6 разъ. Подробныя изслѣдованія Бернгардта Фишера даютъ массу цѣннаго матеріала: оказывается, что бактеріи находятся въ морѣ почти повсемѣстно и встрѣчаются не только на поверхности моря, но попадаются и на большихъ глубинахъ. Такъ напр., на глубинѣ 3.450 метровъ въ Саргасскомъ морѣ въ разстояніи 500 миль отъ ближайшаго берега (подъ 30°52′N и 30°56′W) найдено имъ въ 1 куб. сант. 25 колоній.

[1]) Fischer, B. Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Plankton-Expedition unter gleichzeitiger Berücksichtigung einiger älterer und neuerer Untersuchungen. Centr. für Bakt. Bd. XV. 1894. pag. 657.

Fischer, B. Die Bakterien des Meeres. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. IV. Kiel. 1894.

Такимъ образомъ, нельзя не признать, что предположеніе, что море будто бы свободно отъ бактерій невѣрно и приходится признать, что оно можетъ считаться, по сравненію съ сушей, лишь бѣднымъ бактеріями.

Что касается распредѣленія бактерій по различнымъ глубинамъ, то Фишеръ даетъ слѣдующія данныя: изъ 175 пробъ, взятыхъ съ морской поверхности, наибольшее количество бактерій было 29.400 и наименьшее 0, въ среднемъ 1.083 на 1 куб. сант. Бросается также въ глаза, что тѣ пробы, которыя были взяты въ іюлѣ, бѣднѣе микроорганизмами тѣхъ, которыя были получены въ октябрѣ—мартѣ. Иначе сказать въ зимніе мѣсяцы въ водѣ встрѣчается больше микроорганизмовъ, чѣмъ въ лѣтніе. Это явленіе настолько бросается въ глаза, что не могло остаться не замѣченнымъ и Фишеръ объясняетъ меньшее количество бактерій лѣтомъ „особенно интенсивнымъ солнечнымъ свѣтомъ въ долгіе лѣтніе дни“ [1]).

Между температурой воды и количествомъ найденныхъ въ ней бактерій, если и оказалась, по изслѣдованіямъ Фишера, зависимость, то скорѣе въ пользу воды съ болѣе низкой температурой, такъ какъ наибольшія количества зародышей были находимы имъ въ водѣ, имѣющей температуру 14° Ц.

Что касается вліянія теченія на распредѣленіе и количество бактерій, то тутъ съ несомнѣнностью выяснилось вліяніе теченія на количество зародышей, Такъ, нѣкоторыя теченія содержатъ большія количества бактерій, другія меньшія, напр., Лабрадорское Канарскихъ острововъ и Флоридское теченія, содержатъ въ 50% пробъ въ 1 куб. сантим., болѣе 500 зародышей; Гольфштремъ въ 31% болѣе 500; менѣе всего бактерій обнаружено въ сѣверномъ экваторіальномъ теченіи, гдѣ лишь 9%, а въ южномъ экваторіальномъ въ 6% болѣе 500 зародышей; въ 73% въ сѣверномъ и въ 88% въ южномъ болѣе 100 зародышей. Не лишено интереса наблюденіе, что по краямъ теченія, на границѣ двухъ сосѣднихъ теченій, количество микроорганизмовъ вообще больше. Такъ, наибольшее (28.000) количество микроорганизмовъ было найдено на границѣ между теченіями Антильскимъ и Саргасскимъ около 20°N. Фишеръ объясняетъ это явленіе тѣмъ, что количество бактерій находится, какъ извѣстно, въ зависимости отъ питательнаго матеріала, а такъ какъ подмѣчено было вообще, что количество бактерій значительно больше въ тѣхъ пробахъ воды, которыя богаты планктономъ (главнымъ образомъ діатомовыми водорослями) и, такъ какъ весьма вѣроятно, что скопленіе планктона и вообще различныхъ органическихъ мертвыхъ массъ происходитъ легче всего по краямъ теченія, то совершенно естественно предположить, что тѣ бактеріи, которыя для

[1]) Fischer, B. Ergebn. d. Plankton-Exp. l. c. pag. 47

своего развитія нуждаются въ готовомъ органическомъ матеріалѣ, найдутъ для себя здѣсь достаточно нужнаго питательнаго матеріала.

Не безъ вліянія на количество бактерій, встрѣчающихся по границамъ теченія, оказываются и наблюдающіеся здѣсь водовороты. Ихъ вліяніе подтверждается наблюденіемъ, что въ такихъ мѣстахъ, вслѣдствіе водоворота, большее количество микроорганизмовъ въ глубинѣ океана, чѣмъ на поверхности.

Пробы, добытыя со дна, съ большихъ глубинъ содержали мало зародышей или даже совсѣмъ ихъ не содержали. По поводу этого Фишеръ высказываетъ предположеніе, что въ глубинахъ или существуютъ бактеріи, которыя при обыкновенныхъ условіяхъ культуры не могутъ развиваться или же, что тамъ существуютъ такія низкія температуры, при которыхъ развитіе бактерій не можетъ идти. Такимъ образомъ, грунтъ океана не содержитъ бактерій, вода же содержитъ ихъ до значительной глубины.

На распредѣленіе бактерій, повидимому, оказываетъ извѣстное вліяніе свѣтъ [1]), задерживающій развитіе бактерій или совершенно ихъ убивающій. Справедливость этого предположенія была подтверждена Фишеромъ прямыми наблюденіями надъ бактеріями: Halibacterium pellucidum и polymorphum и др., помѣщенными въ культурахъ подъ слой воды толщиной до ½ метра. Уже черезъ часъ, подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей, на сѣверѣ (въ Килѣ) въ концѣ августа количество бактерій уменьшилось.

Этимъ дезинфицирующимъ вліяніемъ свѣта Фишеръ объясняетъ, почему въ ранніе утренніе часы бактерій было всегда больше, чѣмъ въ вечерніе.

Не касаясь того вліянія, которое можетъ оказать свѣтъ на неодинаковое количество бактерій въ различные часы дня на одной и той же глубинѣ, позволю себѣ напомнить, что подобное же явленіе измѣненія количества животнаго планктона въ теченіе сутокъ констатировано многими изслѣдователями [2]) (Скоттъ, Агассицъ, Вальтеръ, Ломанъ, Кунъ и др.).

Плѣсневые грибки, по Фишеру, принадлежатъ къ рѣдкимъ обитателямъ моря и были находимы по преимуществу вблизи береговъ (на рейдѣ La Guayra, Плимута и Вильгельмсгафена, а также Ponta Delgada). Число ихъ здѣсь было больше во время прилива [3]). Изъ другихъ мѣстъ они были найдены въ англійскомъ каналѣ, въ Сѣверномъ морѣ (въ 31—50 морскихъ миляхъ отъ берега), въ Бельтѣ, въ Кильской

[1]) Fischer, l. c. p. 55.
[2]) Линко, А. К. Изслѣдованіе надъ составомъ и жизнью планктона Баренцова моря. Спб. 1907, стр. 14.
[3]) Fischer, l. c. p. 61.

бухтѣ, въ Балтійскомъ морѣ. Въ океанѣ они были найдены 4 раза (вблизи Fernando Noronha, Азорскихъ остр., бразильскихъ и испанскихъ береговъ). При этомъ однажды найдены на глубинѣ 100 м., въ то время, какъ на поверхности воды они отсутствовали. Такое незначительное количество грибковъ Фишеръ объясняетъ тѣмъ, что они (Penicillium и Aspergillus) не морскіе обитатели, а занесены въ море съ суши.

Гораздо чаще грибковъ попадались дрожжи, встрѣчавшіеся въ открытомъ океанѣ на различныхъ глубинахъ, даже бѣдныхъ другими организмами.

Интересно, что самое южное ихъ мѣстонахожденіе было 31°55′—33°27′N (въ Саргассахъ), а сѣвернѣе количество ихъ возрастало. Они попадались въ Гольфстремѣ, въ теченіи, идущемъ на юго-востокъ. Попадались они между Шотландіей и Гренландіей, а также между Гренландіей и Ньюфаундлендской мелью. Такое распредѣленіе этихъ организмовъ наталкиваетъ на предположеніе, что они могутъ существовать въ морѣ [1]).

Найденныя Фишеромъ дрожжи принадлежали къ роду Torula, лишенному споръ. На солодовой желатинѣ онѣ не вызывали броженія. Часто онѣ были окрашены въ розовый цвѣтъ, иногда въ сѣробѣлый. Интересно также, что черныя дрожжи были найдены въ 35 миляхъ отъ S. Miguel (Азорскіе о.), тамъ же были обнаружены розовыя дрожжи и грибокъ, похожій на Mycoderma, съ свѣтло-желтовато-краснымъ пигментомъ. Въ Скагеракѣ были найдены Saccharomyces ellipsoideus H и S. Pastorianus H. Hansen.

Изъ бактерій были найдены кокки, но не было найдено стрептококковъ или сарцинъ. Спороносныхъ формъ среди рода Bacillus—не найдено [2]). Вообще не было найдено формъ, извѣстныхъ и встрѣчающихся на берегу, а это показываетъ, что онѣ не могутъ существовать въ морѣ. Найденныя въ морѣ бактеріи морфологически и біологически отличаются отъ наземныхъ [3]). Большинство морскихъ бактерій имѣютъ искривленную форму запятой или S. Круглыя клѣтки встрѣчаются очень рѣдко и то въ видѣ одиночныхъ шаровъ; размѣры у одной и той же формы подвержены сильнымъ колебаніямъ [4]). На концахъ палочекъ (напр., B. pellucidum) встрѣчаются круглыя образованія, такія же, какъ у запято-образныхъ, назначеніе ихъ неизвѣстно. Палочки обыкновенно съ закругленными концами весьма похожи на кокки. Въ культурахъ форма палочекъ очень быстро измѣняется уже на 2-й день. Споръ у

[1]) Fischer, l. c. p. 63.
[2]) Fischer, l. c. p. 66.
[3]) Тогда какъ Сертъ нашелъ въ морѣ спороносный бациллъ и полагаетъ, что морфологически морскія и наземныя формы тождественны.
[4]) Fischer, l. c. p. 67.

морскихъ формъ не найдено [1]). Всѣмъ бактеріямъ свойственно движеніе. Винтообразная форма наиболѣе подходяща для жидкой среды, этимъ Фишеръ и объясняетъ, что всѣ морскія формы, по преимуществу, изогнуты.

Большинство бактерій въ океанѣ принадлежитъ къ немногому числу видовъ, такъ что въ пробѣ воды находится обыкновенно одинъ единственный видъ и случаи, когда въ пробѣ воды было найдено 3 вида, принадлежатъ къ числу очень рѣдкихъ.

Нѣкоторыя формы (напр. Halibacterium pellucidum) принадлежатъ къ формамъ, широко распространеннымъ въ океанѣ.

По сравненію съ открытымъ моремъ число бактерій у береговъ больше.

Въ своемъ изслѣдованіи морскихъ бактерій Фишеръ даетъ краткое описаніе выдѣленныхъ организмовъ, среди которыхъ весьма много свѣтящихся бактерій изъ различныхъ мѣстъ океана, много образующихъ пигменты. Въ общемъ Фишеръ могъ говорить, конечно, лишь о тѣхъ бактеріяхъ, которыя развиваются на обыкновенныхъ мясо-или рыбопептонныхъ средахъ съ 3—3,5% морской соли, но при этомъ онъ дѣлаетъ весьма важное замѣчаніе, что нѣкоторыя морскія бактеріи растутъ *только* на питательныхъ средахъ съ морской водой или, по меньшей мѣрѣ, лучше развиваются на ней, чѣмъ на средахъ съ обыкновеннымъ количествомъ солей.

Изслѣдованія бактерій, развивающихся на спеціальныхъ средахъ, онъ не производилъ и мы находимъ мало указаній на роль и значеніе тѣхъ организмовъ, присутствіе которыхъ онъ констатировалъ повсюду въ морской водѣ. Въ процессѣ разрушенія органическаго вещества, въ такомъ изобиліи встрѣчающагося въ богатыхъ планктономъ моряхъ, онѣ несомнѣнно участвуютъ и Фишеръ не могъ обойти молчаніемъ эту сторону ихъ дѣятельности и о ней онъ говоритъ, указывая на способность бактерій—минерализовать органическое вещество.

Въ теченіе 1887—1888 годовъ появились въ печати статьи, касающіяся описанія выдѣленныхъ изъ морской воды свѣтящихся бактерій.

Такъ напр. въ 1887 году описываетъ свѣтящуюся бактерію Форстеръ (Forster)[2]). Въ слѣдующемъ году появляются сообщенія Бернгарда Фишера[3]).

---

[1]) Fischer, l. c. 70.

[2]) Forster, J. Ueber einige Eigenschaften leuchtender Bakterien. Centr. f. Bakt. 1887. Bd. II.

Forster, J. Ueber die Entwicklung von Bakterien bei niederen Temperaturen. Centr. f. Bakt. XII. 1892. p. 431.

[3]) Fischer, B. Ueber einen lichtenwickelnden, im Meerwasser gefundenen Spaltpilz. Zeit. f. Hyg. Bd. II.

Fischer, B. Ueber einen neuen lichtentwickelnden Bacillus. Centr. f. Bakt. III. 1888. p. 105.

Fischer, B. Bakterienwachstum bei 0°, sowie über das Photographiren von Kulturen leuchtender Bakterien in ihrem eigenen Lichte. Centr. f. Bakt. IV. 1888.

Въ 1889 г. выходитъ подробное, затрагивающее массу біологическихъ вопросовъ, изслѣдованіе голландскаго ученаго Бейеринка [1]), касающееся новой свѣтящейся бактеріи изъ Сѣвернаго моря.

Въ это же время Билле [2]) описываетъ бактерій, найденныхъ имъ въ настояхъ изъ морскихъ водорослей (Bacterium Laminariae и Balbianii). Приблизительно въ то же время въ 1888—1891 г.г. появляется въ печати рядъ статей, посвященныхъ описанію бактеріологическихъ изслѣдованій, произведенныхъ въ разныхъ приморскихъ портахъ: Кондорелли [3]) въ Катаньи, Санфеличе [4]) въ Неаполитанскомъ заливѣ, Франкландъ (Frankland), Маркантоніо, Касчелли въ Неаполитанскомъ заливѣ, Карта въ Генуэзскомъ заливѣ [5]). Гансгиргъ [6]) описываетъ первый морской Crenothrix изъ Адріатическаго моря. Гиняръ [7]) описываетъ Streblothrix Bernatii. Всѣми этими изслѣдованіями установлено нахожденіе въ морской водѣ гаваней громаднаго числа микроорганизмовъ, такъ на 1 куб. сант. морской воды нашли:

Sanfelice въ Неаполитанскомъ заливѣ . .	1.296.000
Marcantonio „ „ . .	938.000
Cascelli „ „ . .	416.000
Carta въ Генуэзскомъ заливѣ	450.000

---

[1]) Beiyerinck, M. W. Le photobacterium luminosum, bactérie lumineuse de la mer du nord. Archiv Néerlandaises. T. XXIII. 1889.

Beiyerinck, M. W. Over lichtvoedsel en plastisch voedsel van Lichtbacteriën. Overgedruckt uit de Verslagen en Mededeelingen der K. Akad. van Wettenschappen. Afdeleling Natuurkunde. 2-de Reeks. Deel. VII. 239—302. 1890 и то же самое на франц. языкѣ. Sur l'aliment photogène et l'aliment plastiques des bactéries lumineuses. Arch. Néerland. T. XXIV. p. 369—442.

[2]) Billet, A. Sur le cycle évolutif et les variations morphologiques d'une nouvelle Bactèriacée marine, Bacterium Laminariae. Compt. Rend. de l'Ac. des Sc. Vol. 106. 1888. p. 293 и Sur le cycle évolutif d'une nouvelle Bactériacés chromogène et marine, Bacterium Balbianii. Vol. 107. 1888 pag. 423.

[3]) Condorelli e Mangeri, Variazioni numeriche dei microorganismi nell' aria di Catania. Atti della Acc. Gioenia di Scienze Nat. in Catania. 1888.

[4]) Sanfelice, Richerche batteriologische dell'acqua del mare. Bolletino della Soc. dei Naturalisti in Napoli. 1889.

[5]) Marcantonio, Richerche bakteriologische sull'acqua del golfo di Napoli. Giornale internazionale delle scienze mediche. Neapel 1891. Vol. XIII.

Frankland Percy, F. First Report to the Water Research Committee of the Royal Society, on the present State of our Knowledge concerning the Bacteriology of Water, with especial reference to the Vitality of Pathogenie Schizomycetes in Water. Proceedings of the Royal Society of London. vol. LI. 1892. pag. 183.

Cascelli, Esame delle acque del Cido di Napoli. Rivista d'Igiene e sanita publica. Anno IV. № 23.

Carta. Sull'inquinamento delle acque del porto di Genova. Giornale delle R. Società d'Igiene. An. XVII. № 3.

Roster, I batterei dell'isola di Elba. Lo Sperimentale. 1889.

[6]) Hansgirg, A. Ueber neue Süsswasser und Meeresalgen und Bakterien. Sitzgsb. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wiss. in Prag. 1890.

[7]) Guignard, Sur une nouv. Bact. marine, le Streblothrix Bornetii. Compt. rend. Soc. de Biol. 1890. № 9.

Всѣ эти данныя были подтверждены въ послѣдствіи изслѣдованіями Русселя (1892) въ Неаполитанскомъ заливѣ, Фишера (1893—94) въ Кильской бухтѣ.

Вообще въ эти годы интересъ къ изслѣдованію бактерій въ морѣ усиливается, отчасти вслѣдствіе нахожденія въ немъ интересной группы свѣтящихся бактерій, а отчасти изъ гигіеническихъ соображеній. Поиски въ морской водѣ патогенныхъ бактерій привели даже къ тому, что Лорте нашелъ въ водѣ Мертваго моря—Bacillus tetani [1]).

Слѣдующіе 1890—1891 годы принесли много новыхъ данныхъ, заставившихъ обратить вниманіе на ту роль, которую могутъ играть микроорганизмы въ геологическихъ процессахъ. Въ эти годы производится на Черномъ морѣ рядъ изслѣдованій на военныхъ судахъ: „Черноморецъ“, „Запорожецъ“, „Донецъ“ и „Ингулъ“. Въ изслѣдованіяхъ принимаютъ участіе русскіе ученые разныхъ спеціальностей: Андрусовъ, Зелинскій, Лебединцевъ, Шпиндлеръ [2]). Изслѣдованіями констатируется съ несомнѣнностью явленіе чрезвычайной важности: сѣроводородное броженіе на всемъ протяженіи Чернаго моря. Это броженіе, дѣлающее совершенно невозможнымъ жизнь для растительныхъ и животныхъ (за исключеніемъ бактерій) организмовъ въ глубинахъ ниже 100 морскихъ саженей, впервые устанавливается въ такихъ громадныхъ размѣрахъ. Рядъ работъ одесскихъ бактеріологовъ указываетъ на участіе бактерій въ этомъ процессѣ образованія сѣроводорода, а Егуновъ [3]) выска-

---

[1]) Lortet, Microbes pathogènes des vases de la Mer Morte. Lion. Méd. 1891. № 33.

[2]) Лебединцевъ, А. А. Предварительный отчетъ о химическихъ изслѣдованіяхъ Чернаго и Азовскаго морей. Изв. Имп. Русскаго Геогр. Общ. Т. XXVIII. 1892. стр. 51.

Его же. Отчетъ о научной поѣздкѣ по Черному морю на военномъ транспортѣ «Ингулъ» въ 1892 г. Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XVIII, вып. 1. 1892, стр. 41.

Андрусовъ, Н. И. Предварительный отчетъ объ участіи въ Черноморской глубокомѣрной экспедиціи 1890. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. XXVI. III.

Его-же. Нѣкоторые результаты экспедиціи «Черноморца». Къ вопросу о происхожденіи сѣроводорода въ водахъ Чернаго моря. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. XXVIII, стр. 370.

Androusow, N. La mer noire. Guide des excursions du VII congrès géologique international. St. Pétersbourg. 1897. XXIX p. 6.

Врангель, Ф. Черноморская глубокомѣрная экспедиція 1890 г. Извѣстія Имп. Русск. Геогр. Общ. XXIV.

Шпиндлеръ, И. Б. Предварительный отчетъ о работахъ и результатахъ Черноморской экспедиціи 1891 г. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. XXVIII. 1892.

Зелинскій, Н. Д. и Брусиловскій, Е. М. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и Одесскихъ лиманахъ. Южно-Русская Мед. Газета. 1893. №№ 18—19. Одесса. То же въ Отчетѣ о дѣятельности Одесск. Бальн. Общ. в. V. съ 1892—1898. Одесса 1898.

[3]) Егуновъ, М. А. Біо-анизотропные бассейны. Ежегодникъ по геологіи и минералогіи Россіи. 1900—1901. стр. 41.

зываетъ предположеніе, на основаніи своихъ изслѣдованій, о существованіи въ Черномъ морѣ на границѣ распространенія сѣроводорода особой бактеріальной пленки, окисляющей сѣроводородъ и препятствующей его дальнѣйшему распространенію въ верхнихъ слояхъ воды.

Такой успѣхъ русскихъ бактеріологическихъ работъ въ установленіи факта несомнѣннаго широкаго значенія отражается на послѣдующихъ работахъ русскихъ бактеріологовъ, съ тѣхъ поръ обратившихъ особенное вниманіе именно на сѣроводородное броженіе въ различныхъ водоемахъ.

Къ работамъ на Черномъ морѣ намъ предстоитъ еще вернуться, когда мы коснемся сѣроводороднаго броженія въ Могильномъ озерѣ и Ледовитомъ океанѣ. И если нѣмецкіе бактеріологи впослѣдствіи, со времени статей Брандта, работали главнымъ образомъ надъ бактеріями денитрификаціи, то русскіе бактеріологи произвели многочисленныя наблюденія надъ сѣроводороднымъ броженіемъ.

Въ 1892 году первыя [1]) бактеріологическія изслѣдованія въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ были сдѣланы во время рейса „La Manche“ на островахъ Jean Mayen и Шпицбергенъ французскимъ бактеріологомъ Куто (Couteaud) [2]).

Для опредѣленія бактерій въ воздухѣ Куто собиралъ на предметномъ стеклышкѣ пыль въ каплѣ масла, выставляя стеклышко на нѣсколько часовъ на открытый воздухъ. Въ пыли, собранной такимъ образомъ на о. Шпицбергенѣ были найдены: растительныя частицы, споры мховъ и лишайниковъ. Кромѣ этого способа обнаруженія, носившихся въ воздухѣ, зародышей, былъ примѣненъ и другой способъ съ помощью питательной среды, налитой въ колбочки Фрейденрейха. Такъ 29 іюля 1892 года подъ 72° N и 6° E было открыто на 3 часа 6 колбочекъ. Черезъ 19 дней въ одной колбочкѣ замѣчена колонія кокка, оказавшагося Sacrina lutea.

16 августа 1892 подъ 75° N и 12° E были открыты въ теченіе 2 часовъ 7 колбочекъ, но безъ всякаго результата.

---

[1]) И въ этомъ случаѣ нельзя не указать, что нѣмцы, а за ними и другіе, намѣренно или случайно, совершенно не упоминаютъ о французскихъ работахъ. Между тѣмъ мы видимъ, что первыя изслѣдованія океана принадлежатъ французскимъ бактеріологамъ и имъ же принадлежитъ честь перваго бактеріологическаго изслѣдованія полярныхъ водъ. Всѣ эти наблюденія старой французской школы бактеріологовъ, воспитанной въ традиціяхъ Пастера, отличаются ясностью добытыхъ результатовъ и тщательно разработанной методикой. Если, впослѣдствіи, нѣмецкіе бактеріологи и много сдѣлали во всѣхъ областяхъ бактеріологіи, то все же нельзя не отмѣтить напраснаго игнорированія ими литературы и вслѣдствіе этого несомнѣнно цѣнныхъ данныхъ.

[2]) Couteaud. Bactériologie de la zone glaciale. Revue Scientifique. T. 51. 1893. pag. 169.

18 августа 1894 г. подъ 72 N° и 18° E. были открыты въ теченіе $1\frac{1}{2}$ часовъ 6 колбочекъ и тоже безъ всякаго результата.

Такимъ образомъ, воздухъ въ сѣверныхъ широтахъ оказался необыкновенно чистъ, не содержа зародышей ни грибковъ, ни бактерій.

27 іюля 1892 г. была подвергнута изслѣдованію прѣсная вода изъ лагуны на о. Янъ Майенъ и въ ней найдены подвижные микрококки, бактеріи (Bacterium termo), дрожжи (Torula) и др.

Точно такъ же въ водѣ Шпицбергена было обнаружено нѣсколько бактеріальныхъ формъ.

Въ почвѣ о. Янъ Майенъ найденъ Leptothrix, не разжижающій желатину, но вызывающій окрашиваніе ее въ коричневый цвѣтъ. Самая обыкновенная у насъ форма—Bacillus subtilis, по словамъ Куто, не найдена на Шпицбергенѣ.

Въ почвѣ Шпицбергена найдены бактеріи и кокки, но не найдено ни одного вида изъ рода Bacillus. Этими изслѣдованіями Куто подтверждается фактъ, установленный еще Б. Фишеромъ [1]), что воздухъ надъ моремъ не только бѣденъ зародышами микроорганизмовъ, но даже въ нѣкоторыхъ случаяхъ совершенно лишенъ ихъ. Отдѣльные результаты тоже интересны, такъ напр. находка Leptothrix, по всѣмъ вѣроятіямъ Actinomyces—самое сѣверное его мѣстонахожденіе слѣдовательно о. Янъ Майенъ.

Въ 1892 году появляется изслѣдованіе воды Неаполитанскаго залива, произведенное Русселемъ.

Этимъ изслѣдованіемъ Руссель [2]) установилъ, что число бактерій въ илѣ (Schlamm) значительно больше, чѣмъ въ одинаковомъ объемѣ воды, находящихся надъ нимъ слоевъ. Результатъ нѣсколько отличный отъ данныхъ Фишера. Изъ той таблицы, которая представляетъ результаты его многочисленныхъ анализовъ, видно, что эта разница можетъ быть очень велика; для примѣра приведу напр., слѣдующія цифры: на глубинѣ въ 50 метровъ число бактерій въ 1 куб. ст.=121, въ илѣ же=245.000; на глубинѣ 825 метровъ=31, а въ илѣ=20.000 или, напр., на поверхности 26, на глубинѣ 100 м.—260 и на глубинѣ 200 м.—118 зародышей. Другой разъ на поверхности 6, на 250 м.—53, и на 500 м.—23, всѣ остальныя цифры въ такомъ же родѣ.

Причина такого распредѣленія бактерій Русселю не ясна и онъ полагаетъ, что ее, до нѣкоторой степени, можно объяснить тѣмъ, что бактеріи какъ бы осѣдаютъ (durch eine allmähliche Ablagerung) на дно въ

[1]) Fischer, B. Bacteriol. Untersuchungen der Seeluft auf Mikroorganismen bezw. deren Keime. Zeitschr. für Hygiene. Bd. I. 1886.

[2]) Russel, H. L. Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten. Bd. XI. 1892. pag. 175. и Russel, H. L. Bacterial investigation of the sea and its floor. Botanical Gazette. Vol. XVII. 1892.

видѣ ли споръ или въ видѣ вегетативныхъ клѣтокъ изъ верхнихъ слоевъ воды; съ другой стороны можно думать, что причина такого распредѣленія лежитъ въ размноженіи бактерій ила.

Во всякомъ случаѣ, говоритъ онъ, выводы какіе нибудь можно дѣлать только тогда, когда имѣется достаточное число опредѣленій, такъ какъ уже изслѣдованія надъ прѣсной водой показали, что распредѣленіе бактерій подвержено мѣстнымъ колебаніямъ.

Что касается количества бактерій въ различныхъ глубинахъ, то въ этомъ отношеніи не замѣтно какого либо единообразія, не замѣтно также чего нибудь похожаго на правильность и въ распредѣленіи бактерій въ верхнихъ слояхъ моря въ зависимости отъ разстоянія отъ берега. Если, конечно, отбросить загрязненіе моря сухопутными бактеріями. На разстояніи отъ 15 километровъ, гдѣ это вліяніе уже не замѣтно, не замѣтно такъ же и какой бы то ни было разницы въ количествѣ бактерій въ разныхъ мѣстахъ поверхностныхъ слоевъ моря. Тогда какъ на болѣе близкомъ разстояніи (до 3 километровъ), какъ это показали изслѣдованія Санфеличе и де Жіакса, количество бактерій уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ берега. Въ общемъ Руссель указываетъ на незначительное число бактерій въ морѣ.

Количество бактерій въ илѣ замѣтно уменьшается по мѣрѣ углубленія, падая сразу быстро; но съ глубины въ 250 метровъ до 1.100 метровъ замѣтнаго уменьшенія болѣе уже не происходитъ.

Характеръ дна не остается безъ вліянія на количество бактерій: и въ липкомъ илѣ ихъ гораздо больше, чѣмъ въ кварцевомъ пескѣ [1]).

Однако, надо имѣть въ виду, что одно нахожденіе бактерій въ илѣ на различной глубинѣ въ такихъ значительныхъ количествахъ, какъ это показалъ Руссель, не давало бы права дѣлать выводъ, что глубинныя бактеріи принимаютъ участіе въ какихъ нибудь придонныхъ біологическихъ процессахъ. Рѣшеніе этого вопроса въ положительную сторону возможно было бы только тогда, когда было бы доказано, что эти бактеріи дѣйствительно живутъ, а не скопляются на днѣ въ видѣ недѣятельнаго осадка напр. въ видѣ жизнеспособныхъ споръ.

Этотъ вопросъ рѣшенъ до нѣкоторой степени Русселемъ, въ положительномъ смыслѣ съ помощью довольно простаго способа. Предварительными опытами была установлена смертельная температура для наиболѣе обыкновенныхъ формъ ила, какъ для вегетативныхъ формъ, такъ и для ихъ споръ. Затѣмъ, взятыя съ разныхъ глубинъ, пробы были подвергнуты нагрѣванію до 80° (т. е. температуры, при которой выживаютъ только споры указанныхъ бактерій). Изъ нагрѣтыхъ пробъ, равно какъ и изъ ненагрѣтыхъ, были сдѣланы разливки. Счетъ колоній пока-

[1]) Russel, l. c. pag. 182.

залъ, что значительная часть бактерій (иногда даже больше половины всего числа) находится въ илѣ въ вегетативной стадіи.

Хотя эти опыты и довольно краснорѣчиво подтверждаютъ мнѣніе, что жизнь бактерій въ глубинахъ возможна, но нельзя не указать и на то, что эти опыты не могутъ считаться достаточно удовлетворительными, такъ какъ, хотя Руссель и опредѣлялъ границу жизни для трехъ формъ (Bacillus limosus, Bacillus granulosus и Cladothrix intricata [1]), но число придонныхъ формъ этими видами не ограничивается и весьма возможно, что встрѣчаются формы спороносящія или образующія стадіи приспособляемости, гибнущія и при болѣе низкихъ, чѣмъ 80° температуры, и вотъ гибель то этихъ спороносныхъ, но не устойчивыхъ формъ, а не гибель вегетативныхъ стадій 3 названныхъ видовъ повліяла на уменьшеніе общаго числа колоній въ разливкахъ.

Не надо такъ же упускать изъ виду, что и споры въ разныя стадіи своей „зрѣлости“ могутъ имѣть разную устойчивость.

Въ 1893 г. въ американскомъ журналѣ „The Botanical Gazette“ появляется новое изслѣдованіе Русселя [2]) уже надъ бактеріями Атлантическаго океана, собранными вблизи Woods Holl въ штатѣ Массачусеттѣ. Это изслѣдованіе было произведено въ морской біологической лабораторіи совершенно по той же программѣ, какъ и изслѣдованіе въ Неаполитанскомъ заливѣ.

Количественное опредѣленіе бактерій (слѣдовательно только тѣхъ, которыя развиваются на обыкновенныхъ мясопептонныхъ средахъ) обнаружило въ общемъ значительно меньшія колебанія ихъ въ числѣ, чѣмъ это наблюдается въ рѣчной водѣ [3]). При этомъ количество бактерій оказалось большимъ въ глубинѣ, чѣмъ на поверхности моря, такъ что этотъ результатъ соотвѣтствовалъ тому, что было найдено уже для Неаполитанскаго залива. Большинство океанскихъ бактерій обладало способностью разжижать желатину и переводить въ пептоны нерастворимыя бѣлковыя соединенія [4]). Многія изъ бактерій возстановляли нитраты въ нитриты, что же касается до образованія аммiака или свободнаго азота, то, хотя образованіе аммiака и наблюдалось, но нельзя было рѣшить является ли аммiакъ слѣдствіемъ разрушенія нитратовъ или образуется на счетъ бѣлковой молекулы, такъ какъ въ составъ среды для культуры морскихъ бактерій входилъ пептонъ. Но все же Русселю принадлежитъ заслуга указанія существованія въ моряхъ бактерій, возстановляющихъ нитраты.

[1]) Russel, l. c. pag. 184.

[2]) Russel H. L. The bacterial flora of the Atlantic ocean in the vicinity of Woods Holl, Mass.—The Botanical Gazette. v. XVIII. 1893.

[3]) Russel, l. c. pag. 385.

[4]) Russel, l. c. p. 411.

Не лишено интереса такъ же то, что Руссель нашелъ въ морѣ формы спороносныя. Болѣе подробно имъ описаны, какъ новые виды:

Bacillus limicola,

Bacillus pelagicus, спороносная форма,

Bacillus litorosus,

Bacillus maritimus, спороносная форма.

Въ илѣ на глубинѣ 450 футовъ и на растояніи 100 миль отъ берега былъ найденъ Bacillus limosus, уже найденный авторомъ ранѣе въ Неаполитанскомъ заливѣ (съ глубины въ 3.500 футовъ).

Вслѣдъ за работой Русселя появляется въ печати изслѣдованіе кильскаго профессора Бернгардта Фишера подъ названіемъ „Die Bakterien des Meeres" [1]), Это изслѣдованіе представляетъ собой разработку, какъ мы уже говорили, того матеріала, который собранъ былъ авторомъ во время рейса на борту „Мольтке" въ 1885 — 86 годахъ къ берегамъ Вестъ-Индіи и лѣтомъ 1889 года во время экспедиціи для изученія планктона въ Атлантическомъ океанѣ, кромѣ того въ него вошли наблюденія, произведенныя въ 1887 г. по мысли автора, д-ромъ Бассенге (Bassenge) на Тринидадѣ [2]). Эти изслѣдованія положили начало знакомству съ дѣйствительными морскими бактеріями, обитателями не прибрежной полосы моря, находящейся подъ постояннымъ вліяніемъ береговъ и прѣсной воды рѣкъ, но обитателями морскихъ глубинъ и поверхности открытаго океана. Появившаяся въ 1893 г. названная работа представляетъ какъ бы сводку всѣхъ прежнихъ работъ Фишера.

Къ 1897 году относится работа Вемера [3]) надъ солеными рыбами. Хотя этотъ вопросъ не имѣетъ прямого отношенія къ нашей задачѣ, но въ сообщеніи Вемера находится указаніе на дрожжи, выдѣленныя изъ разсола. Эти дрожжи Вемеръ считаетъ несомнѣнно морского происхожденія, что вполнѣ вѣроятно, такъ какъ уже у Б. Фишера мы находили указанія на почти повсемѣстное распространеніе этихъ организмовъ.

Къ 1899 году относится указаніе Толомеи [4]) на то, что число бактерій уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ береговъ (возлѣ берега въ 1 куб. сант. 800—900, а вдали 30—40).

Въ 1899 году было произведено бактеріологическое изслѣдованіе

[1]) Fischer, B. Die Bakterien des Meeres. Ergebnisse der Plankton-Expedition. Bd. IV. Kiel. 1894.

[2]) Сообщеніе Бассенге о своихъ наблюденіяхъ изложено имъ въ Fischer, B. Die Bakterien des Meeres. Centr. f. Bakt. Bd. XV. 1894. p. 657.

[3]) Wehmer, C. Zur Bakteriologie und Chemie der Häringslake. Centr. f. Bakt. II. 1897. pag. 209.

[4]) Tolomei. Bull. Soc. d'agric. et de pêche. T. XI. 1899. p. 124.



воды и воздуха въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ Левинымъ [1]), состоявшимъ врачемъ шведской экспедиціи Натгорста (Nathorst) на борту „Antarctic". Это изслѣдованіе имѣетъ особое значеніе для насъ, такъ какъ касается области близкой къ той, гдѣ и мы производили свои наблюденія.

Изслѣдованія Левина были сдѣланы на Медвѣжьемъ островѣ, Шпицбергенѣ, на Землѣ короля Карла. Въ разныхъ мѣстахъ имъ было протянуто черезъ аппаратъ 21.600 литровъ воздуха (въ среднемъ по 1.000 литровъ на станцію), каждый опытъ длился 4—5 часовъ.

Найдены были бактеріи только одинъ разъ и то въ то время, когда аппаратъ работалъ на борту „Antarctic" въ гавани Медвѣжьяго острова.

Колоніи грибковъ попадались чаще,—такъ въ одномъ опытѣ въ 1.700 литрахъ было найдено 8 колоній, въ другомъ опытѣ въ 740 литрахъ—27 колоній. Правда, эти колоніи были на поверхности желатины и появились на ней по истеченіи 14 дней, такъ что противъ этихъ данныхъ можно многое возразить, но и самъ Левинъ на нихъ не настаиваетъ [2]).

Вода, взятая съ поверхности моря, а взято было 78 пробъ, содержала въ среднемъ 1 колонію на 11 куб. сант. Это число прямо поразительно по своей ничтожности особенно, если сравнить его съ тѣми данными, которыя имѣются относительно другихъ болѣе южныхъ бассейновъ; такъ на 1 куб. ст. найдено:

рѣка Сена	— 600.000	колоній
море вблизи Португаліи [3])	— 10.000	„
море, вблизи Швеціи	— 700	„
открытое море (Франція)	— 120	„

Какія именно бактеріи были имъ выдѣлены изъ моря Левинъ не говоритъ, ограничиваясь лишь указаніемъ, что онѣ „повидимому представляютъ два вида". Есть еще у него указаніе, что въ глубинахъ попадается третья форма, похожая на спириллу. Упоминаетъ онъ такъ же, что анаэробныхъ формъ онъ не нашелъ. Вотъ и все что извѣстно намъ о бактеріяхъ громаднаго бассейна Ледовитаго океана!

Левинъ, впрочемъ, не ограничился изслѣдованіемъ моря, онъ изслѣдовалъ такъ же желудокъ различныхъ животныхъ, при чемъ у большинства изъ нихъ желудокъ оказался стерильнымъ, только у бѣлаго медвѣдя и у двухъ тюленей найдена была Bacterium coli commune. Желудокъ птицъ вполнѣ стериленъ за исключеніемъ чайки („mouette à

[1]) Levin, Les microbes dans les régions arctiques. Annales de l'institut Pasteur. T. 13. 1899. pag. 558—567.

[2]) Levin, l. c. pag. 561.

ailes blanches"). Въ то же время у „морскихъ животныхъ, говоритъ Левинъ, почти всегда найдены были бактеріи".

Подъ тѣми же широтами, но не въ морской водѣ, а въ лужахъ, которыя образуются отъ тающаго снѣга на ледяныхъ горахъ, Левинъ находилъ микробовъ, но чрезвычайно мало [1]).

Въ пробахъ воды изъ ледниковъ, ручьевъ, снѣга и льда было взято 80 пробъ и во всѣхъ нихъ найдены были бактеріи въ бо́льшемъ числѣ, чѣмъ въ морской водѣ, особенно много ихъ было въ снѣгѣ.

Такимъ образомъ не было никакого сомнѣнія, что прѣсная вода при тѣхъ же географическихъ условіяхъ болѣе населена бактеріями, чѣмъ морская вода, и даже болѣе, чѣмъ желудокъ животныхъ и птицъ.

Всѣ тѣ данныя, которыя сообщены Левинымъ находятся, какъ мы видѣли, въ полномъ соотвѣтствіи съ результатами изслѣдованія Куто. И Куто и Левинъ наблюдали поразительную чистоту воздуха въ заполярныхъ странахъ, оба изслѣдователя могли убѣдиться, что въ лужахъ прѣсной воды и въ почвѣ встрѣчается и на островахъ Ледовитаго океана многочисленное бактеріальное населеніе. Что касается бактерій моря, то первый изслѣдователь сѣверныхъ бактерій Куто не работалъ надъ этимъ вопросомъ, по крайней мѣрѣ, онъ ничего намъ объ этомъ не сообщаетъ, что же касается Левина, то онъ пришелъ къ заключенію, что море почти совершенно лишено бактерій, а если и попадаются единичные экземпляры, то чрезвычайно рѣдко.

Такимъ образомъ, на основаніи этихъ изслѣдованій шведскаго бактеріолога мы могли сдѣлать единственное напрашивающееся заключеніе, что въ Ледовитомъ океанѣ вполнѣ отсутствуютъ какіе бы то ни было процессы, связанные съ жизнью микроорганизмовъ.

Мы должны были бы признать, что органическое вещество, которое составляетъ такую значительную часть планктона, различные растительные и животные остатки, совершенно не поддаются въ Сѣверномъ океанѣ разложенію, нѣтъ здѣсь и др. процессовъ, какъ денитрификація и образованіе сѣроводорода.

Такое допущеніе, естественно вытекающее изъ изслѣдованій Левина, наталкивалось въ то же время на нѣкоторыя противорѣчія, наводящія на сомнѣнія въ правильности произведенныхъ изслѣдованій.

Прежде всего бросалось въ глаза то обстоятельство, что внутренніе органы наземныхъ животныхъ оказались такъ же стерильны или почти такъ же стерильны, какъ и воздухъ. Въ то же время, при почти полной стерильности морской воды, внутренніе органы морскихъ животныхъ содержали бактерій. Наблюденіе это не могло не наводить на размышленія.

---

[1]) Levin, l. c. pag. 264.

Далѣе необходимо припомнить, что свѣченіе моря принадлежитъ на сѣверѣ къ столь же распространеннымъ явленіямъ, какъ въ южныхъ моряхъ, и едва ли было бы правильно считать, что на сѣверѣ это явленіе зависитъ отъ другой причины, а не отъ свѣтящихся бактерій, тѣмъ болѣе, что уже въ 1892 году Форстеръ доказалъ существованіе морскихъ свѣтящихся бактерій, растущихъ, размножающихся и свѣтящихся при температурахъ около 0°.

Уже эти два наблюденія—надъ существованіемъ бактерій въ органахъ животныхъ и явленіе свѣченія моря—давали увѣренность, что вода Ледовитаго океана должна быть не такъ ужъ бѣдна бактеріями, какъ это полагалъ Левинъ.

Во время германской глубоководной экспедиціи на „Valdivia" (Die Deutsche Tiefsee-Expedition 1898—1899), подъ начальствомъ проф. Куна (Chun), въ качествѣ бактеріолога работалъ д-ръ Бахманъ (Bachmann); къ сожалѣнію ранняя смерть его во время самой экспедиціи прервала бактеріологическія изслѣдованія и о результатахъ ихъ мы знаемъ лишь изъ сообщенія начальника экспедиціи Куна [1]) въ министерство внутреннихъ дѣлъ отъ 18 августа 1898 г.: что на пути отъ Гамбурга къ Канарскимъ островамъ были добыты Бахманомъ пробы грунта съ глубины въ 1.750 метровъ и изъ этихъ пробъ было изолировано громадное число бактерій. Удалось такъ же выдѣлить бактеріи изъ пробъ воды, добытыхъ со значительныхъ глубинъ, что не удалось Фишеру.

Свѣдѣній о томъ, какія были бактеріи, какіе онѣ вызывали процессы и даже на какихъ средахъ онѣ культивировались не имѣется, такъ что для насъ имѣетъ значеніе лишь самый фактъ нахожденія на глубинѣ 1.750 метровъ бактерій, которыя, по всѣмъ вѣроятіямъ, живутъ на этой глубинѣ. Этотъ взглядъ находится въ полномъ соотвѣтствіи съ мнѣніемъ Куна о равномѣрномъ распредѣленіи планктона во всей толщѣ воды.

Въ 1899 г. Шмидтъ-Нильсенъ [2]) произвелъ изслѣдованіе моря у Дрёбакъ (Норвегія) на содержаніе въ немъ бактерій. Для культуры бактерій онъ примѣнилъ простую мясопептонную желатину, такъ какъ предварительными опытами (1898 г.) онъ убѣдился, что бактеріи одинаково развиваются на простой желатинѣ такъ и на рыбной желатинѣ съ морской солью. Шмидтъ-Нильсену пришлось тоже, какъ и др. изслѣдователямъ (напр. Руссель), констатировать увеличеніе числа бактерій съ глубиной. Что же касается пробъ съ поверхности моря, то въ среднемъ нужно было считать, что на 1 куб. сант. приходится всего 26 заро-

---

[1]) Die Deutsche Tiefsee Expedition. Zeitschr. d. Geselschaft für Erdkunde. Bd. XXXIV. 1899. pag. 75.

[2]) Schmidt-Nilsen, Sigval. Beitrag zur Biologie der marinen Bakterien. Biologisches Centralblatt. Bd. XXI. 1901. p. 65.

дышей—число не особенно большое! Обращаетъ на себя вниманіе то, что въ осенніе мѣсяцы количество бактерій было несравненно больше. О видахъ бактерій изслѣдователь говоритъ, что они не отличались разнообразіемъ, но ни описанія, ни опредѣленія ихъ онъ не даетъ, а указываетъ лишь, что нѣсколько разъ ему попадалась пигментная бактерія, представляющая, повидимому, новую разновидность Bacillus prodigiosus.

Существенный поворотъ въ бактеріологіи моря произвели статьи Брандта [1]), посвященныя круговороту веществъ въ морѣ. Статьи эти вышли въ 1899 и 1902 году. Основываясь на результатахъ, добытыхъ планктонными работами, произведенными въ разныхъ моряхъ, констатировавшими сравнительную бѣдность планктона подъ тропиками и его богатство въ антарктическихъ моряхъ, а съ другой стороны, принимая во вниманіе открытіе Баура (1902 г.) въ морской водѣ Кильской гавани денитрифицирующихъ бактерій [2]), Брандтъ высказалъ чрезвычайно смѣлый взглядъ, что богатство планктона въ сѣверныхъ моряхъ зависитъ отъ отсутствія въ нихъ денитрификаціоннаго процесса, разрушающаго необходимыя для растеній азотно-кислыя соединенія и тѣмъ задерживающаго развитіе планктона въ южныхъ моряхъ, такъ какъ температура для этого процесса болѣе благопріятна въ южныхъ моряхъ.

Этотъ взглядъ на роль бактерій, отведеніе имъ одного изъ главныхъ мѣстъ среди факторовъ, обусловливающихъ распредѣленіе организмовъ въ морской водѣ, возымѣлъ свое дѣйствіе и, съ этой поры, появляются работы, направленныя на выясненіе участія бактерій въ процессахъ, свойственныхъ, какъ думали, лишь сушѣ. Появляются работы надъ денитрифицирующими бактеріями Грана (1901), Фейтеля (1903), Гацерта, надъ бактеріями нитрифицирующими, усваивающими азотъ и др., работы о которыхъ мы будемъ говорить въ соотвѣтствующихъ главахъ.

Въ 1900 году появилось въ печати изслѣдованіе, произведенное въ томъ же году Минервини [3]).

Минервини, по собственной инициативѣ, какъ онъ самъ говоритъ, рѣшилъ произвести бактеріологическія изслѣдованія воздуха надъ Атлантическимъ океаномъ и его воды во время рейса парохода Hamburg

---

[1]) Brandt, K. Ueber den Stoffwechsel im Meere. Wissensch. Meeresunters. 4 Bd. 1899. Abt. Kiel. N. F. и 6 Bd. 1902. Abt. Kiel. N. F.

Brandt, K. Ueber den Stoffwechsel des Meeres. Kiel. 1899. Такъ же Ueber die biologisch. Untersuchungen des Plankton-Expedition. Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdk. Berlin 1889.

[2]) Baur, E. Ueber zwei denitrif. Bakterien. Wissensch. Meeresunt. 6 Bd. 1902. Abt. Kiel. N. F.

[3]) Minervini, K. Einige bakteriologische Untersuchungen über Luft und Wasser inmitten des Nordatlantischen Oceans. Zeitsch. f. Hyg. und Infektionskr. Bd. XXXV. 1900, pag. 165.

Amerikalinie „Fürst Bismarck“ между Генуей и Нью-Іоркомъ и обратно. Вся эта поѣздка продолжалась съ отхода парохода изъ Генуи 26 января 1900 г. до возвращенія въ Генуя 22 февраля 1900 г., меньше мѣсяца.

Изслѣдованія были произведены вдали отъ береговъ 3 и 4 февраля на пути въ Нью-Іоркъ и 13—15 февраля на обратномъ пути.

Для изслѣдованія воздуха служилъ стеклянный насосъ, просасывающій въ 1 часъ 54 метра воздуха, а средой служила обыкновенная желатина.

Обстановка для опытовъ, по словамъ Минервини, была чрезвычайно неудобна, да и трудно было ожидать, чтобы на пароходѣ, на которомъ находилось болѣе 1.000 человѣкъ пассажировъ, могли быть получены сколько нибудь сносные результаты.

Минервини констатируетъ содержаніе въ воздухѣ микроорганизмовъ, такъ какъ стерильныхъ пробъ не оказалось, но количество микроорганизмовъ въ воздухѣ надъ океаномъ (слѣдовало бы сказать надъ пароходомъ) меньше, чѣмъ на континентѣ.

Въ колоніяхъ, развившихся на желатинѣ, были какъ бактеріи, такъ и грибки; часть изъ нихъ можно было идентифицировать съ уже описанными, а часть нѣтъ. Дрожжи (Rosahefe) попадались особенно часто (50—70% всѣхъ колоній), Penicillium glaucum составлялъ 25% и 10% какой-то снѣжно-бѣлый грибокъ, разжижающій желатину (вѣроятно, Monilia candida—какъ предполагаетъ Минервини). Попадались, но рѣдко, колоніи Aspergillus glaucus, Aspergillus niger и какой-то сѣрый неразжижающій желатину Ascomyces.

Изъ бактерій—30% колоній принадлежало бѣло-сѣрой Sarcina, Sarcina lutea встрѣчалась рѣже (9%). Въ нѣсколькихъ чашкахъ Петри и въ трубкахъ Гессе появились многочисленныя бѣлыя колоніи, не разжижающаго желатину бацилла. Кромѣ того, въ 3 чашкахъ Петри были найдены желтоватыя, разжижающія желатину колоніи другого бацилла. Въ общемъ въ воздухѣ найдено 10 видовъ микроорганизмовъ, изъ которыхъ 5 грибковъ, 1 дрожжа и 4 бактеріи.

Но надо признать, что нѣтъ никакой увѣренности въ томъ, что зародыши всѣхъ этихъ организмовъ носятся, дѣйствительно, въ воздухѣ надъ океаномъ, а не попали въ приборы непосредственно съ „Fürst Bismarck“. Самъ Минервини въ этомъ не увѣренъ.

Если трудно было изслѣдовать воздухъ, то еще труднѣе оказалось изслѣдовать воду океана съ пассажирскаго парохода, „идущаго, по словамъ Минервини, со скоростью поѣзда“, объ остановкѣ котораго среди океана, хотя бы на короткое время, нельзя было и думать. Всѣ взятые съ собой приборы оказались совершенно не пригодны, такъ какъ даже

не погружались въ воду, а тащились по поверхности океана за быстро идущимъ пароходомъ.

Что нибудь цѣнное дать такія изслѣдованія не могли и о бактеріяхъ океана въ работѣ Минервини мы ничего не найдемъ, хотя онъ и увѣренъ, что та вода, которую онъ бралъ изъ крана („Hahn von See") на пароходѣ содержала бактерій, непосредственно попадающихъ изъ океана и, повидимому, не допускаетъ и мысли, что на стѣнкахъ трубы могли находиться бактеріи, попавшія туда во время стоянки въ гавани.

Изслѣдуя воду такимъ, не заслуживающимъ довѣрія, способомъ, Минервини нашелъ въ ней Penicillium glaucum (6 разъ), Aspergillus fumigatus (2 раза), Aspergillus niger (2 раза), бѣлый грибокъ (Monilia candida?)—все, какъ видно, формы, которыя едва ли можно считать морскими организмами. Изъ бактерій была найдена: подвижная изогнутая въ видѣ S палочка, идентичная, повидимому, съ той, которая выдѣлена была и изъ воздуха; разжижающій желатину Uibrio; желтая Sarcina, а всего 10 видовъ (4 грибка и 6 бактерій); свѣтящихся бактерій не было найдено. Облигатныхъ анаэробовъ найдено не было, а факультативныхъ было найдено два вида, тождественныхъ, по всѣмъ признакамъ, съ развившимися въ аэробныхъ условіяхъ.

Не лишено интереса опредѣленіе количества органическаго вещества въ морской водѣ; оказывается, что вдали отъ береговъ находится его столько же, сколько и вблизи береговъ, т. е. на 1 литръ 88—98 мгр.

Таковы результаты, полученные Минервини, имѣющіе весьма незначительную научную цѣнность и интересные лишь по столько, по сколько они показываютъ полную невозможность производить бактеріологическія изслѣдованія океана на пароходѣ, не приспособленномъ для этой цѣли.

Въ 1901—1904 годахъ къ южному полюсу была отправлена „Шведская южно-полярная экспедиція" на „Antarctic", погибшемъ во время экспедиціи и на которомъ, за нѣсколько лѣтъ передъ тѣмъ, Натгорстъ совершилъ экспедицію на сѣверъ. Бактеріологическія работы во время этой экспедиціи были поручены морскому врачу Эрику Экелёвъ [1]) изъ Стокгольма.

„Nirgends auf der Erde dürfte es gegenwärtig ein ergiebigeres Feld für solche Forschungen geben als die antarktischen Gegenden, sei es um die Geheimnisse vergangener geologischer Perioden zu enthüllen, die hier

[1]) Ekelöf, Erik. Studien über den Bakteriengehalt der Luft und des Erdbodens der antarktischen Gegenden ausgeführt während der Schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1904. Zeitschrift f. Hyg. и Infektionskrankheiten. Bd. LVI. 1907. pag. 344—370.

aus der vollständig nackten, von aller deckenden, verhüllenden Vegetation freien Erdkruste offen zutage treten, oder sei es um eine Menge interessanter, für die Auffassung des ganzen organischen Lebens bedeutungsvoller biologischer Probleme zu studieren. Denn hier, an der äussersten Grenze zwischen Leben und Tod, bietet sich uns die so selten vorkommende Gelegenheit, in weniger komplizierten und weniger schwer zu deutenden Formen als an den meisten anderen Orten, den zähen und wunderbaren Kampf zu beobachten, den das organische Leben hier führt gegen ein so hartes Klima, das es beim ersten Anblick scheint, als müssten da alle Möglichkeiten für ein dauerhafter organischer Leben ausgeschlossen sein. Für keinen der beteiligten Naturforscher aber dürften diese Gegenden eine so vollständige „terra incognita" gewesen sein, wie für mich, dem es oblag festzustellen, ob es in diesen öden, scheinbar leblosen Gegenden irgend eine Flora von Bakterien gäbe, diesen kleinsten aber doch so bedeutsamen Vertretern des ogranischen Lebens, um im Falle, dass eine solche Flora wirklich existiere, deren verschiedene Formen zu studieren und ihre Daseinsbedingungen zu erforschen".

Такими словами начинаетъ свою работу Экелёвъ. Экелёвъ предполагалъ изслѣдовать въ бактеріологическомъ отношеніи воздухъ, землю, морскую воду и антарктическихъ животныхъ, но въ томъ сообщеніи, которое появилось въ печати, находятся лишь данныя объ изслѣдованіи воздуха и земли; подробная работа должна была появиться, по словамъ автора, во второй половинѣ 1907 года, но, какъ кажется, такъ и не появилась.

Изслѣдованія Экелёва были произведены на островѣ Snow Hill (64° 22′S. 57° W), входящемъ въ архипелагъ Graham-Land. Мѣсто, выбранное для изслѣдованія Экелёвъ считаетъ весьма интереснымъ въ томъ отношеніи, что оно представляетъ собой островъ, отдѣленный отъ материка и окруженный со всѣхъ сторонъ моремъ. Заносъ съ материка бактерій возможенъ только, по его мнѣнію, или морскими теченіями или экскрементами птицъ, но и тотъ и другой способъ собственно исключаются, такъ какъ трудно допустить, что море принесетъ другихъ бактерій, кромѣ морскихъ же и при томъ изъ холодныхъ странъ, а птицъ всего 4 вида (пингвинъ, Larus dominicanus и т. п.) все обитатели тоже холодныхъ странъ. Такимъ образомъ, органическая жизнь этого уголка можетъ разсматриваться, какъ совершенно изолированная.

Чтобы судить, насколько мало бактерій содержится въ воздухѣ южно полярныхъ странъ, достаточно сказать, что изъ 33 чашекъ Петри, поставленныхъ въ 1902 г. открытыми, 21 осталась стерильна, колоніи же появлялись лишь тогда, когда чашечка оставалась открытой въ те-

ченіе 4 часовъ. Два часа было необходимо для того, чтобы въ чашечкѣ появилась бы *одна* колонія, въ то время, какъ въ Швеціи, напримѣръ, достаточно открыть чашечку на нѣсколько минутъ, чтобы въ ней появилось бы столько колоній, что счетъ ихъ дѣлается невозможнымъ. Что касается изслѣдованія бактерій почвы, то Экелёвъ пишетъ, что его изслѣдованія въ этомъ отношеніи первыя [1]), такъ какъ до него никто еще не работалъ надъ этимъ вопросомъ ни въ сѣверныхъ, ни въ южныхъ полярныхъ странахъ. Это вѣрно, какъ мы знаемъ, лишь отчасти. Дѣйствительно, работы экспедиціи Шарко не были (1907) тогда еще опубликованы. Но что касается сѣверныхъ полярныхъ странъ, то работы Куто были опубликованы уже въ 1893 году и остались Экелёву неизвѣстны, хотя касались изслѣдованія микроорганизмовъ почвы на далекомъ сѣверѣ. Непонятно также, почему Экелёвъ совершенно игнорируетъ работу Левина, сдѣланную на борту той же „Antarctic" во время экспедиціи Натгорста въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ. Такъ какъ, хотя Левинъ и не говоритъ, что онъ изслѣдовалъ почву Шпицбергена, Земли Франца Іосифа и др., а изслѣдовалъ воду лужъ, но вѣдь вѣроятнѣе же всего, что вода изъ лужъ содержала почвенныхъ бактерій. Еще менѣе понятно, какъ шведу Экелёву осталась неизвѣстной работа Нистрема, упоминаемая Левинымъ и которая касается опредѣленія количества бактерій въ полярныхъ странахъ, т. е. той же области, что и затронутая Экелёвъ.

Для изслѣдованія полярныхъ почвъ Экелёвъ бралъ почву и дѣлалъ разливки въ чашкахъ Петри на желатинѣ.

Результатъ счета колоній показалъ, что число бактерій въ 1 куб. сант. земли доходитъ въ среднемъ до 19.000, но колебанія въ ту и другую сторону могутъ быть чрезвычайно сильны: нѣкоторыя пробы оказались стерильны (именно 11,5%), другія же, наоборотъ, содержали до 120.800 зародышей (январь 1903) [2]). Какъ эти числа не велики, но, по сравненію съ тѣми, которыя мы имѣемъ для нашихъ широтъ, онѣ чрезвычайно малы. Такое значительное число бактерій въ почвѣ, подвергающейся сильному охлажденію, показываетъ „dass die Erdbakterien in Antarktis eine Temperatur von mindestens +10 bis +12°C erfordern, bevor irgend eine Spur von Vermehrung derselben beobachtet werde konnte" [3]), а до такой температуры могутъ нагрѣваться на самое короткое время лишь поверхностные слои земли и этого нагрѣванія достаточно, чтобы поддержать существованіе бактеріальнаго міра. Поясъ, заселенный бактеріями, простирался лишь на глубину 1—2 dcm.

[1]) Ekelöf, l. c. p. 355. «Die hier dargelegten Erduntersuchungen sind also, soviel ich weiss, die ersten, die jemals in den Polarländern gemacht worden sind».

[2]) Не надо забывать, что январь—середина лѣта на южномъ полюсѣ.

[3]) Ekelöf, l. c. pag. 361.

Описаніе 30 видовъ, выдѣленныхъ въ чистыхъ культурахъ, бактерій должно было появиться въ Wissenschaftliche Ergebnisse der Swed. Sudpolarexpedition 1901—1903.

Характерной особенностью выдѣленныхъ бактерій является способность ихъ развиваться чрезвычайно медленно въ термостатѣ, такъ что видимыхъ размѣровъ колоніи достигаютъ лишь по прошествіи 1 недѣли не раньше. Зимой этотъ періодъ, по сравненію съ лѣтомъ, удлиняется еще больше. Особенность этихъ бактерій проявляется также въ ихъ неспособности разжижать желатину. Столь обыкновенная у насъ группа Proteus отсутствуетъ совершенно въ полярныхъ странахъ, точно такъ же отсутствуютъ Bact. Zopfii, Bact. putidum, словомъ, всѣ самые обыкновенные наши обитатели. Рыба или птица, оставленныя висѣть на воздухѣ въ теченіе всего года, не обнаруживаютъ и признака гніенія, что указываетъ на отсутствіе возбудителей гніенія. Бродильные грибки отсутствовали въ почвѣ совершенно.

Плѣсневые грибки встрѣчаются сравнительно рѣдко.

Прямыхъ наблюденій надъ патогенными бактеріями сдѣлано не было, но то обстоятельство, что во время 2-лѣтней экспедиціи, не смотря на самыя неблагопріятныя обстоятельства, никто изъ членовъ экспедиціи не заболѣлъ (ни насморкомъ, ни ангиной, ни бронхитомъ, ни ларингитомъ, ни ревматизмомъ) говоритъ противъ существованія постоянныхъ зародышей. Тогда какъ стоило только экспедиціи приблизиться къ теплымъ странамъ (Аргентина), какъ всѣ эти заболѣванія сразу появились среди экипажа судна.

Въ 1902 году Ломанъ [1]) на кабельномъ пароходѣ „von Podbielski" въ маѣ и іюнѣ изслѣдуетъ сѣверную часть Атлантическаго океана между 38° и 50° сѣверной широты. Бактеріологическія культуры, которыя онъ хотѣлъ получить по совѣту проф. Брандта, не удались, такъ какъ среды недостаточно тщательно простерилизованныя, оказались негодными.

Изслѣдованіями Ломана подтверждаются наблюденія Пика (Peake) на „Britannia", опубликованныя имъ впослѣдствіи совмѣстно съ Джонъ Мёррай [2]) (Murray), что береговая полоса обоихъ континентовъ на глубину до 3.500 м. опоясывается „blue Mud", уже обращавшимъ на себя вниманіе бактеріологовъ. Не лишено глубокаго интереса наблюденіе, что тамъ, гдѣ южнѣе Нью-Фаундленда и Новой Шотландіи встрѣчаются два теченія, теплое и холодное, тамъ на глубинѣ 5.000—

---

[1]) Lohmann, H. Untersuchungen über die Tier-und Pflanzenwelt, sowie über die Bodensedimente des nordatlantischen Oceans zwischen dem 38 und 50 Grade nördl. Breite. Sitzungsb. d. K. Preusischen Ak. d. Wissenschaften. 1903. p. 560.

[2]) Extra publications Royal Society 11. London. 1901.

6.000 м. лежитъ тотъ же „blue Mud", содержащій громадныя количества Coscinodiscus. Очевидно, что скопленія Coscinodiscus можно объяснить тѣмъ, что этотъ житель полярныхъ странъ, занесенный на югъ теченіями, здѣсь отмираетъ и образуетъ большія скопленія.

Эти наблюденія надъ отложеніемъ громадныхъ количествъ отмершихъ организмовъ впослѣдствіи оказалось возможнымъ использовать въ цѣляхъ выясненія вызываемаго бактеріями образованія чернаго ила [1]).

Во время Германской экспедиціи „Gauss" подъ начальствомъ Эриха фонъ Дригальскаго къ Южному полюсу въ 1901—1903 г. бактеріологическія изслѣдованія были произведены врачемъ Гацертъ (Dr. H. Gazert [2]). По его изслѣдованіямъ оказалось, что верхніе слои воды Атлантическаго океана содержатъ чрезвычайно незначительное количество зародышей; иногда случалось, что въ 4—6 куб. сант. воды не было найдено ни одного зародыша. Съ глубиной количество бактерій хотя и уменьшалось, но все же были получены напр. сл. данныя:

480	метровъ	20	зародышей въ 1 куб. сант.
700	„	3	„ „ „ „ „
1800	„	6	„ „ „ „ „

(на послѣдней глубинѣ температура была 2,5°). На основаніи этого Гацертъ думаетъ, что распредѣленіе микроорганизмовъ зависитъ не отъ глубины, и не отъ температуры, но отъ питательныхъ веществъ, которыя на различныхъ глубинахъ встрѣчаются въ различномъ количествѣ.

На большихъ глубинахъ въ пробахъ ила въ 7 случаяхъ найдены зародыши, въ 5 не было ихъ обнаружено, а изъ 14 пробъ придонной воды въ 7 пробахъ не было найдено зародышей.

Найденные микроорганизмы принадлежали къ палочковиднымъ формамъ, въ нѣкоторыхъ же случаяхъ имѣли видъ спириллъ.

Иногда были находимы кокки, существованіе которыхъ въ морской водѣ нѣкоторыми изслѣдователями оспаривалось. Всѣ эти бактеріи образуютъ амміакъ.

Нитрозо и нитробактерій не найдено [3]). Въ пробахъ же ила онѣ, судя по реакціямъ, вѣроятно встрѣчаются. Денитрифицирующія бактеріи

---

[1]) Надсонъ, Г. А. Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели. I. О сѣроводородномъ броженіи въ Вейсовомъ соляномъ озерѣ и объ участіи микроорганизмовъ въ образованіи чернаго ила (лечебной грязи). СПБ. 1903. (Отд. отт. изъ «Трудовъ Коммиссіи по изслѣдованію Славянскихъ минеральныхъ озеръ»).

[2]) Gazert, H. Bericht über die wiss. Arbeiten auf der Fahrt von Kiel bis Kapstadt. V. Bakteriologische Untersuchungen. Veröffentlich d. Instit. f. Meereskunde. Berlin. 1903.

Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903 herausg. von E. von Drygalsky. VII Bd. Bakteriologie. Chemie. Hygiene. Sport. Berlin 1909.

[3]) Deutsche Südpol. Expedition. VII Bd. 1909. Gazert, H. pag. 121.

(для ихъ культуръ служилъ бульонъ изъ молюсковъ) были найдены нѣсколько разъ въ поверхностныхъ слояхъ и даже на глубинѣ 1.800 метровъ (3 раза въ придонной водѣ и 1 разъ въ илѣ), но въ общемъ денитрифирующія бактеріи попадались рѣдко. Такъ изъ 148 пробъ воды въ 23 наблюдалось исчезаніе нитритовъ, но безъ образованія пѣны— т. е. не типичная денитрификація; въ 8 случаяхъ наблюдалась настоящая денитрификація, но въ 3 случаяхъ въ водѣ загрязненной человѣческими отбросами, въ 3 случаяхъ въ водѣ океана и въ 2 случаяхъ въ пробахъ ила. Выводъ Гацерта тотъ, что „die Regel war also ein negativer Befund". Бактеріи были обнаружены въ кишечникѣ альбатроса, дельфина, буревѣстника, акулы.

По опредѣленіямъ сдѣланнымъ Гацертомъ въ водѣ не было ни нитратовъ, ни нитритовъ [1]).

Посѣвы водой въ среду Виноградскаго для нитрифицирующихъ бактерій не дали положительнаго результата.

Въ 1902 году Богомолецъ [2]) изслѣдуетъ 6 пробъ грунта и воды Аральскаго моря, присланныхъ изслѣдователемъ этого моря Л. С. Бергомъ [3]) въ Одесскую бактеріологическую станцію.

Образцы воды были взяты съ поверхности моря и съ глубины въ 60 метровъ изъ разныхъ мѣстъ моря.

Цѣлью своего изслѣдованія авторъ поставилъ выясненіе вопроса о видахъ бактерій, живущихъ въ илѣ и водѣ и выдѣляющихъ сѣроводородъ. Надо замѣтить при этомъ, что илъ, присланный въ Одессу, имѣлъ запахъ сѣроводорода, такъ что присутствіе сѣроводородныхъ бактерій казалось, болѣе чѣмъ, вѣроятнымъ.

Выдѣленіе бактерій производилось на обыкновенныхъ мясо-пептонныхъ средахъ. Было выдѣлено 8 микроорганизмовъ, изъ которыхъ четыре оказались способными образовать сѣроводородъ, изъ чего Богомолецъ и заключаетъ, что процессъ образованія ила въ Аральскомъ морѣ имѣетъ біологическую подкладку.

Что касается выдѣленныхъ микроорганизмовъ, то всѣ они имѣютъ видъ палочекъ, изъ нихъ одна спороносная. Авторъ ихъ описываетъ лишь весьма кратко, обозначаетъ №№ и не говоритъ представляютъ ли они собой новые виды или уже извѣстные старые.

[1]) Странно, что участникъ той же экспедиціи химикъ Геббингъ, опубликовавшій рядъ изслѣдованій о водѣ Южнаго Ледовитаго океана, пишетъ, что Гацертъ не нашелъ ни нитрифицирующихъ ни денитрифицирующихъ бактерій. Обратно Гацертъ пишетъ, что въ водѣ не было найдено азотистыхъ соединеній, а Геббингъ даетъ самыя точныя данныя о ихъ распредѣленіи въ различныхъ глубинахъ.

[2]) Богомолецъ, М. Къ вопросу о бактеріальной флорѣ Аральскаго моря. Научные результаты Аральской Экспедиціи. вып. 4. 1903. стр. 33—39.

[3]) Бергъ, Л. Аральское море. Извѣстія Туркестанскаго Отдѣла Имп. Русскаго Геогр. Общества. Т. V. СПБ. 1908.

Въ эти же годы, появляется въ трудахъ Неаполитанской станціи статья Натанзона[1]) съ описаніемъ новаго вида бактерій, окисляющихъ тіосѣрныя соединенія. Появляется изслѣдованіе Фейтеля[2]) надъ денитрифицирующими бактеріями изъ Балтійскаго моря.

Опубликовываются наблюденія Хинце[3]) надъ новымъ видомъ сѣрныхъ бактерій.

Всѣ эти изслѣдованія значительно расширяютъ наше представленіе о тѣхъ процессахъ, которые вызываются бактеріями въ морѣ. Подробнѣе о этихъ работахъ намъ еще придется говорить.

Въ 1903 г. появилось предварительное сообщеніе, впослѣдствіи подтвержденное, Бенеке и Кеутнера[4]) о существованіи въ Балтійскомъ морѣ азотъ усвояющихъ организмовъ, такимъ образомъ рамки бактеріологическаго изслѣдованія моря были еще раздвинуты и вмѣстѣ съ тѣмъ установленъ новый фактъ, дающій совершенно особое освѣщеніе процессамъ, совершающимся въ моряхъ, и позволяющій взглянуть другими глазами на процессъ питанія морскихъ организмовъ.

Съ 1903 по 1905 г. къ южному полюсу была отправлена французская экспедиція (Expédition antarctique française) подъ начальствомъ д-ра Шарко (Dr. Jean Charcot) на „Francais". Во время этой экспедиціи были взяты образцы полярной земли, сдѣлано нѣсколько микроскопическихъ препаратовъ, а кромѣ того нѣсколько пробирокъ засѣяно водой изъ океана и изъ кишечника полярныхъ животныхъ.

Изслѣдованіе образцовъ и культуръ было произведено, по возвращеніи экспедиціи во Францію, русскимъ бактеріологомъ г-жей Циклинской въ Пастеровскомъ институтѣ[5]). Это изслѣдованіе показало, что полярная земля далеко не стерильна и, не смотря на низкую температуру, населена микроорганизмами, хотя, конечно, далеко не такъ сильно, какъ земля нашихъ широтъ. Въ общемъ изъ двухъ образцовъ почвы было выдѣлено 8 видовъ микроорганизмовъ, изъ которыхъ ни одинъ, по словамъ Циклинской, не былъ тождественъ съ извѣстными уже микроорганизмами, что, какъ мы уже видѣли, было подмѣчено Эке-

[1]) Nathansohn, Alexander. Ueber eine neue Gruppe von Schwefelbakterien und ihren Stoffwechsel. Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. 15 Bd. Berlin. 1902.

[2]) Feitel, K. Beiträge zur Kenntniss denitrificirender Meeresbakterien. Wissenschaftliche Meeresunters. Neue Folge. Bd. 7. Abtheilung Kiel. 1903.

[3]) Hinze, G. Thiophysa volutans, ein neues Schwefelbakterium. Berichte der deutsch. botan. Gesellschaft. Bd. XXI. Berlin. 1903.

[4]) Benecke, W. und Keutner, J. Ueber stickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee. Berichte der deutschen botan. Gesellsch. Bd. XXI. Berlin. 1903.

[5]) Expédition antarctique française (1903—1905) commandée par le Dr. Jean Charcot. La Flore microbienne dans les régions du pôle sud. Par M-lle Tsiklinsky. Paris 1908 и тамъ же: Tsiklinsky en collaboration avec M. le D-r Beliaeff—Sur la Flore microbienne intestinale des animaux polaires.

лёвъ въ то же самое время. То обстоятельство, что образцы земли изслѣдовались черезъ два года, указываетъ, что дѣйствительное населеніе полярной земли должно быть гораздо многочисленнѣе, многіе организмы должны были черезъ два года потерять уже свою жизнеспособность, уцѣлѣть могли только формы болѣе почему нибудь устойчивыя. Кромѣ того весьма вѣроятно, что въ образцахъ, если и не въ моментъ ихъ изслѣдованія, то при взятіи пробъ, должно быть были микроорганизмы, не развивающіеся на обыкновеныхъ желатиновыхъ и агаровыхъ средахъ. Изслѣдованы же были только тѣ формы, которыя развивались на этихъ обыкновенныхъ средахъ. Однимъ словомъ, изслѣдованія г-жи Циклинской совершенно опредѣленно указали, что было подмѣчено и другими изслѣдователями, что приполярныя и полярныя области населены своей бактеріальной флорой.

Среди выдѣленныхъ бактерій были бациллы, вырабатывающіе розовый и желтый пигменты, развивающіеся лучше всего при 35—37° (а потому, вѣроятнѣе всего, обитатели кишечника птицъ или животныхъ), Streptothrix, дрожжи (Rosahefe) и бѣлый коккъ. Возможно, что Streptothrix тотъ же Actinomyces, вызывающій побуреніе субстрата[1]).

Не обошлось дѣло и безъ самыхъ обыкновенныхъ плѣсневыхъ грибковъ: Aspergillus glaucus, Penicillium glaucum, Mucor sp. и здѣсь оказавшихся широко распространенными организмами, такъ какъ ихъ можно было найти во всѣхъ образцахъ земли. Мало того Шарко говоритъ, что всѣ съѣстные припасы, обувь и т. п. всегда въ антарктической области покрывались плѣсневыми грибками. Конечно, возможно, что эти грибки занесены были туда съ одеждой, съ пищей экспедиціи, но кромѣ того нельзя сомнѣваться, что часть ихъ была мѣстнаго, такъ сказать, происхожденія.

Что касается флоры кишечника[2]) полярныхъ животныхъ, то изъ 24 видовъ различныхъ микробовъ 15 видовъ оказались уже извѣстными и описанными раньше. Культуры производили впечатлѣніе загрязненныхъ, но впослѣдствіи онѣ оказались чистыми, хотя и обладающими сильнымъ полиморфизмомъ. Изъ кишечника рыбъ было выдѣлено два вида дрожжей и нѣсколько видовъ рода Coccus.

Изъ морской воды было изолировано 5 видовъ бактерій и 2 вида дрожжей. Изъ бактерій два вида принадлежали къ роду Coccus и одинъ выдѣлялъ оранжевый пигментъ; изъ бактерій одинъ видъ тоже выдѣ-

[1]) Куто (Couteaud) изъ почвы о. Янъ Майенъ выдѣлилъ Leptothrix, окрашивающій желатину въ коричневый цвѣтъ. Различія же между родами Lepthothrix, Streptothrix и Actinomyces, какъ кажется, не особенно ясны не спеціалистамъ-морфологамъ.

[2]) Tsiklinsky en collaboration avec M. le D-r Beliaeff. Sur la flore microbienne intestinale des animaux polaires. l. c. Paris. 1908.

лялъ оранжевый пигментъ. Причемъ оранжевый коккъ хорошо развивался при 0°. Спороносная форма (№ 5), напоминающая Bacillus mesentericus съ овальными эндоспорами, была выдѣлена не изъ воды, а изъ почвы. Нѣсколько подобныхъ же формъ выдѣлено изъ испражненій различныхъ животныхъ [1]).

Въ 1904 году Отто и Нейманнъ [2]), которые брали пробы воды изъ Атлантическаго океана во время перехода отъ береговъ Европы къ Южной Америкѣ, сообщаютъ, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ океана вообще не было никакихъ бактерій. Это утвержденіе они основываютъ на томъ, что чѣмъ дальше отъ береговъ, тѣмъ бактерій меньше (что указано раньше Касседебатъ [3]), Фишеръ [4]) и Руссель [5]) и др.), съ другой стороны на томъ, что нѣкоторыя пробы были стерильны. Но это утвержденіе на точность или даже на долю вѣроятія не можетъ претендовать потому, что, какъ мы уже указывали, тѣ среды, которыя примѣнялись всѣми названными изслѣдователями, были слишкомъ однообразны, были разсчитаны лишь на тѣхъ бактерій, которыя развиваются обыкновенно на средахъ богатыхъ органическимъ веществомъ, но никакъ не на тѣхъ, которыя требуютъ для своего развитія другихъ опредѣленныхъ средъ. Вспомнимъ далѣе, что почти всѣ изслѣдователи, которые довольствовались одной какой-нибудь средой для бактерій всегда получали нѣсколько пробъ, изъ которыхъ „ничего нельзя было выдѣлить“.

Въ 1904 году снаряжается Департаментомъ Земледѣлія и Императорскимъ Россійскимъ Обществомъ Рыбоводства и Рыболовства Каспійская Экспедиція, которой Морскимъ Министерствомъ предоставленъ былъ на все время работъ экспедиціи пароходъ „Геокъ-Тепе“. Этой экспедиціей подъ начальствомъ Н. М. Книповича [6]) былъ намѣченъ планъ работъ, главнымъ образомъ, по изученію сельдей и сельдяного промысла. Въ число задачъ экспедиціи, стремившейся возможно полно выяснить гидрологію и біологію Каспійскаго моря, входило такъ же бактеріологическое изслѣдованіе. Непосредственно въ работахъ экспе-

---

[1]) Tsiklinsky, l. c p. 19.

[2]) Otto, M. und Neumann, R. O. Ueber einige bakteriologische Wasseruntersuchungen im Atlantischen Ozean. Central. für Bakteriol. II Abt. Bd. XIII. 1904. pag. 481—489.

[3]) Cassedebat, De l'action de l'eau de mer sur les microbs. Revue d'hygiène. 1894.

[4]) Fischer, B. Die Bakterien des Meeres. 1894.

[5]) Russel, Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bacterien l. c. и The bacterial flora of the Atlantic ocean. l. c.

[6]) Труды Каспійской экспедиціи 1904 года Т. I. СПБ. 1907 г. Кромѣ того свѣдѣнія объ экспедиціи можно найти у Н. М. Книповича «Очеркъ работъ Каспійской экспедиціи 1904 г.» — Изв. И. Русск. Геогр. Общ. Т. XLI, вып. 3. 1905 г., а также «Hydrobiologische Untersuchungen des Kaspischen Meeres»—Pettermann's Mitteilungen aus J. Perthes Geograph. Anstalt. Bd. 50 (1904).

диціи бактеріологи, однако, участія не принимали, а пробы морского грунта добывались съ различныхъ глубинъ храпомъ и складывались въ чистыя, но не стерилизованныя банки, которыя закрывались обыкновенными корковыми пробками и заливались сверху парафиномъ. Банки эти затѣмъ отправлялись въ Петербургъ Г. А. Надсону для изученія „сѣрныхъ„ микроорганизмовъ, обитающихъ на поверхности морского дна. Результатомъ этого изслѣдованія явилось описаніе новаго микроорганизма Rhodosphaerium diffluens Nadson [1]), содержащаго въ клѣткахъ хлорофиллъ и другой красный пигментъ, принадлежащій къ гидрохромамъ. Этотъ микроаэрофильный организмъ довольно широко распространенъ въ илѣ Каспійскаго моря и былъ найденъ Г. А. Надсономъ въ нѣсколькихъ образцахъ ила.

Другихъ сообщеній о произведенномъ бактеріологическомъ анализѣ матеріала, собраннаго во время Каспійской Экспедиціи, нѣтъ, между тѣмъ, несомнѣнно, въ этомъ морѣ на днѣ идетъ сѣроводородное броженіе, такъ какъ помимо того, что во многихъ мѣстахъ моря найдены были пробы чернаго ила, но и анализомъ было опредѣлено количество H_2S (0,33 куб. сант. на 1 литръ на глубинѣ 700 метровъ [2]). Такого количества, какъ это наблюдалось въ Черномъ морѣ, здѣсь не было и, вообще, оказалось, что сѣроводородъ можно было констатировать лишь въ сравнительно тонкомъ придонномъ слоѣ. Остается пожалѣть, что совершенно исключительныя обстоятельства не позволили использовать собранный весьма цѣнный матеріалъ, для вторичнаго сбора котораго не скоро, вѣроятно, представится новый случай.

Въ 1906 году въ програму работъ Экспедиціи для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана вносится бактеріологическое изслѣдованіе прилежащихъ къ Мурману частей Сѣвернаго Ледовитаго океана. Результаты этого изслѣдованія составляютъ содержаніе нашего публикуемаго теперь сообщенія, но уже въ 1907 году въ краткомъ отчетѣ о работахъ Экспедиціи за 1906 г. [3]) было сообщено о найденныхъ нами въ Ледовитомъ океанѣ денитрифицирующихъ бактеріяхъ, существованіе которыхъ отрицалось въ этихъ широтахъ гипотезой Брандта, и о нахожденіи другихъ группъ организмовъ: свѣтящихся бактерій, сѣрныхъ, нитрифицирующихъ [4]) и т. п. Нѣкоторыя свѣдѣнія о распредѣленіи бактерій въ различныхъ глубинахъ въ океанѣ, о при-

---

[1]) Надсонъ, Г. А. Rhodosphaerium diffluens. Изв. И. СПБ. Бот. Сада. T. III. СПБ. 1908. стр. 113.

[2]) Труды Каспійской экспедиціи. T. I, стр. 72.

[3]) Брейтфусъ, Л. Л. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Краткій отчетъ о ея работахъ въ 1906 г. СПБ. 1907 г. стр. 26.

[4]) о найденныхъ нитрифицирующихъ бактеріяхъ было доложено въ засѣданіи Микробіологическаго Общества въ СПБ. 1907 г.

сутствіи пурпурныхъ бактерій въ Могильномъ озерѣ было коротко сообщено въ каталогѣ [1]), изданномъ для выставки въ Бордо, гдѣ были выставлены и культуры микроорганизмовъ изъ Баренцова моря, изъ Карскаго моря, Екатерининской гавани и Могильнаго озера.

Во время научнаго рейса германскаго судна S. M. S. „Planet" въ 1906—07 годы отъ Гамбурга, вокругъ Африки къ Новой Гвинеѣ и Гонконгу бактеріологическія изслѣдованія были произведены морскимъ врачемъ Д. Грефъ [2]), который всѣ первоначальныя свѣдѣнія для подобнаго рода работъ получилъ отъ проф. Брандта. Въ основу своихъ изслѣдованій онъ положилъ, какъ и всѣ предыдущіе изслѣдователи моря, выясненіе распространенія денитрифицирующихъ бактерій, столь важныхъ для обоснованія гипотезы Брандта. Для выдѣленія изъ воды денитрифицирующихъ бактерій онъ примѣнилъ устричный (Mytilus edulis) бульонъ Баура, Грановскій питательный субстратъ и субстратъ нѣсколько видоизмѣненный самимъ Грефъ, это были, такъ сказать, основныя среды, но, кромѣ того, примѣнялись еще и нѣкоторыя другія.

Въ пробахъ воды, взятой въ различныхъ мѣстахъ океана, были найдены денитрифицирующіе организмы, точно такъ же были они найдены въ пробахъ придонной воды. Въ послѣднемъ случаѣ обращаетъ на себя вниманіе нахожденіе денитрифицирующихъ и гнилостныхъ бактерій съ глубины въ 4358 метровъ, гдѣ температура была 1,4° Ц. Посѣвъ водой съ этой глубины въ довольно значительномъ количествѣ (0,5—1,5 куб. сант.) далъ положительные результаты на Бауровскомъ бульонѣ, на которомъ на 3-й день послѣ посѣва начали появляться пузырьки газа въ то время, какъ на Грановской средѣ ихъ совершенно не было замѣтно [3]). Бактеріи были найдены, какъ изъ группы Aktinopelte такъ и изъ группы Triviales.

Въ 1908—1910 годахъ въ прибрежной полосѣ, возлѣ Одессы, въ Черномъ морѣ бактеріологическія изслѣдованія производилъ Исаченко.

Во взятыхъ съ различныхъ глубинъ пробахъ воды были обнаружены денитрифицирующія бактеріи, усваивающія азотъ Azotobacter, бактеріи, возстановляющія сульфаты (близкія къ Microspira aestuarii van Delden), свѣтящіеся бактеріи и рядъ другихъ [4]).

Болѣе подробно описаны пока въ совмѣстной работѣ Исаченко и Ростовцева [5])—два вида бактерій, возстанавливающихъ нитраты.

[1]) Catalogue des objets exposés par l'expedition Scientifique pour l'exploration des Pècheries de la côte Mourmane. Bordeaux. 1907. Bacteriologie de la Mer.

[2]) Gräf, Forschungsreise S. M. S. «Planet» 1906–7. IV Bd. Biologie. Berlin 1909.

[3]) Gräf, l. c. pag. 66.

[4]) Сообщенія Сада въ Извѣстіяхъ Имп. СПБ. Ботанич. Сада. 1909. стр. 161 и 1911 г.

[5]) Исаченко, Б. Л. и Ростовцевъ, С. С. О Денитрифицирующихъ бактеріяхъ изъ Чернаго моря. Извѣстія Имп. СПБ. Ботаническаго Сада. 1911.

Въ 1908 году была снаряжена Главн. Управл. Земл. и Земл. [1]) экспедиція для изслѣдованія восточныхъ частей Балтійскаго моря. Изъ пробъ воды, добытыхъ во время этой экспедиціи и переданныхъ въ Имп. Ботаническій Садъ въ СПБ., наша ученица г-жа Парландтъ [2]) выдѣлила три вида денитрифицирующихъ бактерій и описала ихъ въ особой статьѣ.

Этимъ перечнемъ исчерпывается почти все главнѣйшее, что сдѣлано по изученію распространенія бактерій въ моряхъ и участію ихъ въ круговоротѣ веществъ моря. Есть, конечно, кромѣ того, рядъ указаній, встрѣчающихся у различныхъ изслѣдователей, на нахожденіе свѣтящихся, гнилостныхъ или тому подобныхъ бактерій, но о многихъ изъ работъ намъ придется еще упоминать въ соотвѣтствующихъ главахъ предлагаемаго труда.

---

[1]) Труды Балтійской Экспедиціи. Г. У. З. и З. Деп. Земл. СПБ. 1910.

[2]) Парландтъ, Д. А. О нѣсколькихъ денитрифицирующихъ бактеріяхъ изъ Балтійскаго моря. Извѣстія Имп. СПБ. Ботан. Сада. 1911.

Глава II.

Нѣкоторыя свѣдѣнія о химическомъ составѣ моря.

On est donc obligé de juger de grandes choses d'après de petites.

Thoulet.

Поверхность, занятая моремъ составляетъ 73% всей поверхности земного шара, объемъ всѣхъ морей въ 15 разъ превосходитъ континентъ. Морскія глубины гораздо значительнѣе самыхъ высокихъ горъ, такъ гора Эверестъ, погруженная въ море возлѣ острова Guam (Маріанскіе острова) на глубину 9.636 метровъ, имѣла бы надъ собой слой воды въ 800 метровъ [1]).

По сравненію съ сушей въ морѣ нельзя ожидать найти такого разнообразія въ химическомъ составѣ, иногда, даже въ мѣстахъ близко лежащихъ другъ возлѣ друга, какъ это мы находимъ на материкѣ. Море должно представлять въ химическомъ отношеніи бо̀льшее однообразіе, чѣмъ суша. Слѣдовательно, если условія для біогенныхъ процессовъ благопріятны, то по своимъ размѣрамъ и распространенію они должны быть грандіозны. Ходъ и интенсивность процессовъ должны опредѣляться внѣшними условіями. Химическій составъ воды, количество растворенныхъ въ ней газовъ, температура—вотъ тѣ главнѣйшіе факторы, которыми должны обусловливаться процессы, совершающіеся подъ вліяніемъ микроорганизмовъ. Въ свою очередь дѣятельность микроорганизмовъ должна внести въ соотвѣтствующемъ бассейнѣ болѣе или менѣе глубокія измѣненія. Измѣняя химическій составъ морской воды, поглощая питательныя вещества или, наоборотъ, обогащая ими воду моря, микроорганизмы являются такимъ, въ свою очередь, факторомъ, отъ котораго должно зависѣть все живое населеніе даннаго бассейна.

---

[1]) Richard, J. L'océanographie. Paris. 1907. pag. 42, а такъ же Thoulet, J. L'océan. Paris. 1904.

Анализовъ морской воды имѣется нѣсколько, приведемъ здѣсь для справокъ нѣкоторые. Такъ, по даннымъ, имѣющимся у Туле [1]) въ 1000 гр. воды изъ Атлантическаго океана находится:

NaCl	27,3726
KCl	0,5921
RbCl	0,0190
$CaSO_4$	1,3229
$MgSO_4$	2,2437
$MgCl_2$	3,3625
$MgBr_2$	0,0547
CaP_2O_6	0,0156
CaC_2O_5	0,0625
FeC_2O_5	0,0026
SiO_2	0,0149
	35,0631

Въ процентахъ количество каждой соли можетъ быть представлено въ слѣдующемъ видѣ:

NaCl	78,6%
$MgCl_2$	9,6%
$MgSO_4$	6,5%
$CaSO_4$	3,7%
KCl	1,8%
$MgBr_2$	0,2%
CaC_2O_5	0,1%

По анализамъ пробъ воды, собранной „Challenger", составъ морской воды по Дитмару [2]) слѣдующій:

NaCl	77,758%
$MgCl_2$	10,878%
$MgSO_4$	4,737%
$CaSO_4$	3,600%
K_2SO_4	2,465%
$CaCO_3$	0,345%
$MgBr_2$	0,217%
	100,000

[1]) Thoulet, J. L'océan. Paris. 1904. pag. 79—80.

[2]) Взято у Helland-Hansen, B. The Ocean Waters an Introduction to Phisical Oceanography. I. General Part. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Hydrographische Supplemente, I. Serie, 2 Heft. Leipzig. 1911—1912. pag. 30.

Извѣстный интересъ представляетъ такъ же таблица Рота (Justus Roth), [1]) показывающая разницу въ составѣ воды изъ моря и рѣки:

	Морская вода.	Рѣчная вода.
Хлоридовъ	88,64%	5,2%
Сульфатовъ	10,80%	9,9%
Карбонатовъ.	0,34%	60,1%
Различныхъ веществъ	0,22%	24,8%
	100,00	100,00

Анализъ воды Сѣвернаго Ледовитаго океана былъ произведенъ еще въ 1877 году дерптскимъ профессоромъ Шмидтомъ [2]). Вотъ результаты этого анализа въ томъ видѣ, какъ они помѣщены въ Извѣстіяхъ Академіи за 1878 г.: „Анализъ воды изъ Ледовитаго океана, взятой барономъ Майдель противъ Колы 69° 37′ N и 34° 0′ 0 отъ Гринвича [3]). Удѣльный вѣсъ 1,026596

Хлоръ Cl	— 19,2600	гр.	въ 1000 гр.	воды
Бромъ Br	— 0,0467	„	„	„
Сѣрная кислота SO_3	— 2,2695	„	„	„
Фосфорная кислота P_2O_5 . . .	— 0,0115	„	„	„
Углек. бикарбоната C_2O_4 . .	— 0,0380	„	„	„
Кремнекислота SiO_2	— 0,0176	„	„	„
O экв. SO_3, P_2O_5, C_2O_4	— 0,4621	„	„	„
Рубидій Rb	— 0,0158	„	„	„
Калій K	— 0,3079	„	„	„
Натрій Na	— 10,7919	„	„	„
Кальцій Ca	— 0,4024	„	„	„
Магній Mg	— 1,2615	„	„	„
Желѣзо Fe	— 0,0010	„	„	„
	34,8859			

Конечно, анализъ этотъ устарѣлъ и имѣетъ въ настоящее время лишь историческое значеніе. Хотя большой разницы въ химическомъ составѣ воды въ различныхъ моряхъ, очевидно, быть не можетъ, но между количествомъ нѣкоторыхъ элементовъ, входящихъ въ составъ морской воды, несомнѣнно существуютъ извѣстныя колебанія и это отражается на той или другой солености даннаго бассейна.

[1]) Helland-Hansen, l. c. pag. 31.

[2]) Schmidt, Carl. Hydrologische Untersuchungen. Bulletin de l'Ac. Imp. des sc. de S.-Pétérsbourg. T. XXIV. 1878. pag. 178.

[3]) Schmidt, l. c. pag. 222.

Изучая распространеніе микроорганизмовъ въ моряхъ мы можемъ разсматривать морскую воду, какъ питательную среду, въ которой развиваются бактеріи и другіе микроорганизмы.

Эта среда для успѣшнаго развитія бактерій должна быть нейтральной или слабо щелочной. Относительно щелочности воды еще въ 1892 г. произвелъ изслѣдованіе Бухананъ [1]) съ яхты „Princesse Alice". Изъ этихъ изслѣдованій слѣдуетъ, что щелочность Атлантическаго океана и Средиземнаго моря неодинакова; коэффиціентъ, показывающій отношеніе между соленостью и щелочностью, больше въ Атлантическомъ океанѣ, чѣмъ въ Средиземномъ морѣ. То же самое наблюдалъ раньше Гибсонъ (Gibson) для Балтійскаго моря и Атлантическаго океана [2]). Такимъ образомъ, щелочность морской воды можетъ быть принята съ полной достовѣрностью, тогда какъ прѣсная вода материковъ кислая (ср. Thoulet, l. c. pag. 78). Какъ бы не были малы колебанія въ химическомъ составѣ морской воды, они все же существуютъ и должны въ свою очередь вліять до извѣстной степени на населеніе моря.

Неоднородность химическаго состава морской воды считаетъ доказаннымъ Туле (pag. 79) и съ нимъ въ этомъ отношеніи вполнѣ согласенъ Ришаръ [3]): „Il n'y a pas deux échantillons d'eau de mer identiques, question de concentration mise à part, et deux échantillons d'eau ayant la même densité peuvent présentee des proportions différentes dans les quantités de leurs composants".

Колебанія въ химическомъ составѣ различныхъ образцовъ морской воды могутъ быть незначительны, заключаясь въ узкихъ границахъ, но о великихъ вещахъ приходится судить по мелочамъ, какъ выражается по этому же поводу Туле.

Изслѣдованія относительно распредѣленія и количества элементовъ, входящихъ обыкновенно въ составъ морской воды, были произведены не всегда съ одинаковой полнотой, почему и наши свѣдѣнія о составѣ морской воды или тѣхъ колебаніяхъ въ составѣ ея, которыя должны наблюдаться по направленію отъ полюсовъ къ экватору и отъ поверх-

---

[1]) Buchanan, J. Y. Sur la densité et l'alcalinité des eaux de l'Atlantique et de la Mediterranée. Compt. Rend. T. CVI. 1893. p. 1321.

Ringer, W. E. Die Alkalinität des Meereswassers. Verhandlingen uit het Rijksinstituut voor het onderzoek der Zee 1907—1908, tweede deel, № 3.

[2]) Болѣе старыя указанія на щелочность морской воды принадлежатъ: v. Bibra, Liebigs Annalen der Chemie. Bd. 77 pag. 90; Guignet et Telles, Comptes rendus Bd. 83. pag. 920; а также см. Krümmel, Handbuch der Oceanographie, 1907. Bd. I. pag. 305, Thoulet, L'Océan. Paris. 1904. pag. 78. Съ другой стороны, Руппинъ (Ruppin, E. Die Alkalinität des Meerwassers. Wiss. Meeresunt. N. F. Bd. 11. 1910. pag. 277) считаетъ воду морей почти нейтральной: „Meerwasser hat stets eine etwas höhere Hydroxylionenkonzentration, als dem Neutralpunkt entspricht" (Ruppin, l. c. p. 294).

[3]) Richard, J. L'océanographie. Paris. 1907. pag. 132.

ности моря до его глубинъ, не могутъ отличаться исчерпывающей полнотой. Между тѣмъ несомнѣнно, что лишь пользуясь детальными изслѣдованіями, возможно будетъ выяснить многое неясное въ біологической характеристикѣ процессовъ, совершающихся въ морѣ.

Я уже высказалъ, что при изслѣдованіи морскихъ бактерій и процессовъ, вызываемыхъ ими, приходится разсматривать море, какъ питательную среду, подобную тѣмъ, которыя примѣняютъ въ лабораторіи, и что бактеріолога должны были интересовать изслѣдованія о химическомъ составѣ воды океановъ, а такъ же тѣ наблюденія, которыя собраны многочисленными экспедиціями, изучавшими физическія свойства воды. Изъ тѣхъ данныхъ, которыя собраны далѣе, видно, что колебанія различныхъ соединеній, находящихся въ морской водѣ, въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ уже уловлены и желательно было бы использовать ихъ въ цѣляхъ объясненія біологическихъ явленій.

Количество сѣрной кислоты въ водѣ океана повышается по направленію къ полюсамъ, такъ Форшхамеръ и Шмелькъ (Forschhammer и Schmelk) нашли большія количества сѣрной кислоты въ Норвежскомъ морѣ южнѣе полярнаго круга. Шмелькъ и Экманъ (Schmelk и Ekman) нашли сѣрной кислоты на поверхности моря больше, чѣмъ на днѣ. Во льду [1]) количество сѣрной кислоты можетъ увеличиваться въ то время, какъ хлориды почти совершенно исчезаютъ. Въ тѣхъ широтахъ, гдѣ происходитъ таяніе льда, тамъ количество сѣрной кислоты въ водѣ, благодаря этому, соотвѣтственно повышено:

Тающій ледъ изъ	Cl‰	Cl	SO_3
Marstrand	7,27	100	12,80
Spitsbergen	0,145	100	14,97
„	0,020	100	43,65
„	0,019	100	43,67
„	0,014	100	62,8
„ (глетчерный ледъ)	0,010	100	76,6

Это относительно большое количество сульфатовъ во льду и тающей водѣ происходитъ оттого, что сѣрная кислота, начиная съ температуры —8°, выпадаетъ, по Рингеръ, на поверхности льда; что же касается хлоридовъ (NaCl), то они выпадаютъ при температурѣ —23°.

Обширныя изслѣдованія экспедиціи Дригальскаго даютъ, въ свою очередь, ясныя свѣдѣнія о количествѣ сульфатовъ въ морской водѣ [2]) и

[1]) Ringer, W. E. Ueber die veraenderungen in der Zusamensetzung des Meereswassersalzes beim Ausfrieren. Verhandlingen uit het Rijksinstituut voor het enderzoek der Zee. III—IV. 1906. pag. 17.

[2]) Необходимо замѣтить, что результаты анализовъ иногда очень разнорѣчивы, такъ «Challenger» нашелъ сульфаты, а «Gazelle» не нашла.

въ то же время констатируютъ тоже несомнѣнный фактъ, что количество сульфатовъ на 1000 литровъ въ морской водѣ подвержено извѣстнымъ колебаніямъ [1]):

въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ . .	2,73 — 2,91 гр.
„ Индійскомъ океанѣ	2,75 — 2,96 „
„ Атлантическомъ океанѣ	2,69 — 3,24 „

Въ среднемъ можно принять количество сульфатовъ:

въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ	— 2,83 гр.
„ Индійскомъ океанѣ	— 2,87 „
„ Атлантическомъ океанѣ	— 2,87 „

Количество углекислоты въ водѣ океановъ опредѣлялось различными экспедиціями, при чемъ въ результатахъ, полученныхъ при анализахъ, наблюдается нѣкоторая разница.

Углекислота, находящаяся въ морѣ можетъ быть только въ связанномъ состояніи, свободная углекислота едва-ли находится въ морѣ, благодаря щелочной реакціи морской воды. Крогъ, однако, нашелъ въ морской водѣ CO_2 въ свободномъ состояніи [2]).

Въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ колебанія CO_2 на 1.000 гр. въ куб. с. между 44,73 и 59,41 (въ среднемъ 52,2), въ Индійскомъ океанѣ 47,26—57,31 (въ среднемъ 52,5), въ Атлантическомъ океанѣ 49,06—59,12 (въ среднемъ 54,9) [3]). Такимъ образомъ пробы воды изъ Атлантическаго океана содержатъ болѣе углекислоты, чѣмъ пробы изъ Индійскаго океана, а эти послѣднія больше чѣмъ антарктическія пробы.

Несомнѣнно, что въ отдѣльныхъ случаяхъ на распредѣленіе и на количество карбонатовъ въ водѣ оказываютъ вліяніе не только теченія, но и глубины и, что само собой разумѣется, подземные источники. Эти послѣдніе въ нѣкоторыхъ случаяхъ могутъ въ избыткѣ содержать углекислоту, и, слѣдовательно, могутъ создать условія, вполнѣ благопріятныя для насыщенія углекислотой придонной воды, на какой бы она глубинѣ ни находилась бы и какъ бы мало углекислоты не содержалось въ верхнихъ слояхъ воды.

Обращаетъ на себя вниманіе и заслуживаетъ упоминанія, что экспедиція „Challenger“ указала нахожденіе въ пробахъ грунта изъ различныхъ мѣстъ океана уменьшеніе углекислоты съ глубиной. Это наблю-

---

[1]) Gebbing, J. Chemische Untersuchungen von Meeresboden-Meerwasser-und Luft-Proben der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Bd. VII. H. 2. pag. 209. Berlin. 1909.

[2]) Krogh, A. On the Tension of Carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea. Meddelelser om Grönland. 26 Heft. Kopenhagen 1904. pag. 331—406. Krogh, A. The abnormal CO_2—Percentage in the Air in Greenland and the General Relations between Atmospheric and Oceanic Carbonic Acid. Ib. pag. 407.

[3]) Gebbing, Deutsche Südpolar-Expedition, l. c., pag 211.

деніе было подтверждено экспедиціями „Valdivia" и „Gauss", по даннымъ которыхъ въ верхнемъ слоѣ холоднаго субантарктическаго моря наблюдалось 60,7%, а въ нижнемъ только 17% $CaCo_3$ [1]).

Участіе различныхъ факторовъ (глубина, температура, теченія, біогенные процессы и т. п.) въ образованіи отложеній принимается въ настоящее время почти безъ всякихъ оговорокъ различными учеными. Изученіе процессовъ, совершающихся въ грунтѣ морского дна еще ждетъ своего изслѣдователя; до сихъ поръ въ этомъ направленіи сдѣлано очень мало, начало же изученія слоевъ отложенія въ морѣ было положено введеніемъ въ практику лотовъ въ видѣ открытыхъ трубокъ (въ родѣ тѣхъ, которыя примѣнялись и нами при работахъ въ Ледовитомъ океанѣ).

Въ то время, какъ „Valdivia" добывала пробы грунта длиной въ 7 сант., экспедиція Дригальскаго къ южному полюсу уже стремилась получить пробы въ 2 метра длиной, что значительно помогло выясненію не только строенія дна океановъ, но помогло также выясненію процессовъ, сопровождающихся растворенiемъ раковинъ морскихъ организмовъ, а слѣдовательно и выясненію круговорота углерода, кальція и т. п.

Опредѣленіе аммiака въ морской водѣ были сдѣланы въ 1846 г. Маршандъ [2]) (Marchand de Fécamp), который нашелъ его—0,58 мгр. на литръ. Буссенго въ пробѣ воды возлѣ Діеппа нашелъ 0,2 mg. NH_3 на литръ. По Діелафе [3]) различныя пробы содержали слѣдующія количества NH_3 на литръ:

Измаилія	0,204	мгр.
Красное море	0,176	„
Гвардафуй	0,176	„
Сокотора	0,176	„
Бенгальскій зал.	0,136	„
Кохинхина	0,340	„

Позже опредѣленія NH_3 были сдѣланы Наттереръ [4]), а также Мёррай и Ирвинъ [5]), но незначительныя количества воды, взятыя для изслѣдованія, перечисленіе полученныхъ цифръ на литръ и даже самъ

[1]) Philippi, E. Ueber Schichtbildung am Boden der heutigen und vorweltlichen Meere. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. II. 1909. pag. 3.

[2]) Marchand, Annales de sc. phys. et natur. d'agriculture. Lyon. S. II. Bd. 6. 1854.

[3]) Dieulafait, Sels ammoniacaux dans les mers actuelles et anciennes. Annales de chemie et de physique. Série 5, Bd. 14. 1878. pag. 377.

[4]) Natterer, Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer. Reise S. M. S. «Pola» im Jahre 1890. Denkschriften d. K. Akad. d. Wiss. in Wien. LIX. Wien. 1892.

[5]) Murray and Irvine, On coral reefs and other carbonate of lime formations in modern seas. Proced. of the Edinb. society. v. 17. pag. 101—102. 1889—90.

ходъ анализа—все это подвергало сомнѣнію точность полученныхъ результатовъ.

Въ 1903 по Сѣверному и Балтійскимъ морямъ сдѣлалъ поѣздку для добыванія пробъ воды Рабенъ [1]). Изъ его анализовъ не видно особой разницы въ количествѣ амміака и кислотъ въ зависимости отъ глубины. Это находится въ нѣкоторомъ противорѣчіи съ прежними наблюденіями Наттерера [2]), по словамъ котораго въ глубинахъ количество свободнаго амміака въ сравненіи съ бѣлковымъ амміакомъ больше, чѣмъ на поверхности; изъ чего онъ заключаетъ о постепенномъ разрушеніи органическихъ азотистыхъ соединеній [3]).

Изъ ряда анализовъ Рабена можно считать установленнымъ содержаніе NH_3 въ водѣ изъ Сѣвернаго моря = 0,036 — 0,42 мгр. на литръ, и въ водѣ изъ Балтійскаго моря = 0,041 — 0,121 мгр.

Опредѣленіе количества амміака въ пробахъ воды, взятой „Gauss" во время германской экспедиціи Дригальскаго, изъ южной части Южнаго Ледовитаго океана, Индійскаго и Атлантическаго океановъ, показало повсемѣстное, довольно равномѣрное, распредѣленіе азота амміачныхъ соединеній въ моряхъ [4]).

Такъ въ среднемъ этой экспедиціей найдено:

Южный Ледовитый океанъ (7 пробъ) . . .	0,11 мгр.
Индійскій океанъ (5 пробъ)	0,07 „
Атлантическій океанъ (22 пробы)	0,06 „

Притомъ, наибольшее количество было найдено въ антарктической пробѣ—0,50 мгр. (65° 30′S и 85° 39′E); большое количество азота амміачныхъ соединеній найдено также въ снѣгѣ съ діатомеями—0,40 мгр. (65° 13′S и 84° 56′E). Въ Индійскомъ океанѣ наибольшее количество, 0,28 мгр., найдено подъ 38°40′S и 77° 35′E. Въ Атлантическомъ океанѣ 0,30 мгр. подъ 5° 27′ N и 21° 41′ W. Въ этомъ же океанѣ во многихъ мѣстахъ количество его было значительно ниже, чѣмъ въ Ледовитомъ океанѣ.

Эти числа, показывающія наибольшее количество амміака въ водѣ, были получены при анализѣ „бутылочныхъ" пробъ. Они, вообще, отличаются значительными колебаніями. Пробы изъ запаяныхъ стекляныхъ трубокъ дали значительно меньшія числа и отличались большимъ одно-

---

1) Raben, E. Ueber die quantitative Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. Bd. VIII. 1905.

Raben, E. Weitere Mitteilungen über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen usw. im Meerwasser. Ebenda. Bd. VIII. 1905.

2) Natterer, Berichte d. Kommission. f. ocean. Forschung. Bd. VI. 1898. pag. 479.

3) Natterer, l. c. pag. 479.

4) Gebbing, J. Chemische Untersuchungen von Meeresboden-Meerwasser und Luft-Proben der Deutschen Südpolar-Expedition. 1901 — 1903. Bd. VII. H. II. Berlin. 1909. pag. 160.

образіемъ. Наибольшее количество NH_3, равное 0,30 мгр., было найдено въ одной пробѣ изъ антарктическаго моря.

Относясь критически къ полученнымъ цифрамъ, Геббингъ для опредѣленія средняго количества NH_3 принимаетъ только числа, приведенныя выше (34 пробы) и считаетъ, что въ среднемъ можно принять количество азота амміака въ моряхъ равнымъ 0,05 мгр. на литръ [1]). Это число весьма близко къ даннымъ, полученнымъ Рабеномъ для Сѣвернаго (0,058 мгр.) и Балтійскаго морей (0,061 мгр.). Для сѣверной части Атлантическаго океана, у береговъ Норвегіи, тотъ же Рабенъ [2]) во время рейса „Hohenzollern" нашелъ слѣдующія количества азота въ видѣ амміачныхъ соединеній:

62° 10′ N — 4° 58′ E. . . . . — 0,079 мгр.
63° 7′ „ — 7° 37′ „ . . . . — 0,091 „
65° 17′ „ — 11° 59′ „ . . . . — 0,074 „
67° 32′ „ — 14° 21′ „ . . . . — 0,074 „
въ среднемъ . . . . . 0,08 мгр.

Заслуживаетъ упоминанія также то, что въ соли изъ Стасфурта находится 0,05 мгр. амміачнаго азота, если принять, что соленость моря была 3,5% [3]). Такимъ образомъ, изслѣдованія Геббинга относительно амміачнаго азота не подтверждаютъ теорію Брандта и показываютъ, что между количествомъ его и широтой мѣста нѣтъ никакой зависимости.

Ясно, слѣдовательно, что этими анализами пошатнута теорія о неравномѣрномъ распредѣленіи азотистыхъ соединеній въ моряхъ; теорія, по которой, чѣмъ ближе къ полюсамъ океанъ, тѣмъ онъ богаче азотистыми соединеніями. (См. Геббингъ, l. c. Int. Rev. III. pag. 62).

Вышедшія въ самое послѣднее время изслѣдованія Грефа на „Planet" [4]) устанавливаютъ увеличеніе количества NH_3 съ глубиной и съ пониженіемъ температуры, то же самое можно сказать относительно азотной и азотистой кислотъ, такъ напр.:

Время.	Мѣсто. N.	W.	Глубина.	На литръ мгр. Амміака.	Нитритъ + нитратъ.	Всего азота.
5. III. 1906	4° 3′	6° 13′	0	0,0367	0,242	0,27
			400	0,328	0,164	0,46
			800	0,187	0,58	0,77

[1]) Gebbing, I. c. Bd. VII. H. II. pag. 160. Gebbing, Ueber den Gehalt des Meeres an Stickstoffnährsalzen. Intern. Revue der Gesamt. Hydrob. und Hydrogr. Bd. III. 1910—11. pag. 57.

[2]) Raben, l. c. pag. 16.

[3]) Biltz, W. und Marcus, E. Ueber das Vorkommen von Ammoniak und Nitrat in den Kalisalzlagerstatten. Zeit. f. anorg. Chemie. Bd LXII. 1909. pag. 183—202.

[4]) Gräf, Forschungsreise S. M. S. „Planet". 1906—07., IV Bd. Biologie. Berlin 1909. pag. 8.

Относительно количества азота нитритовъ и нитратовъ въ моряхъ имѣются слѣдующія данныя [1]). Въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ количество его колеблется между 0,41 и 0,59 мгр., въ среднемъ же 0,47 мгр. на литръ. Въ Индійскомъ океанѣ колебанія между 0,21 — 0,49 мгр. Въ Атлантическомъ океанѣ, въ которомъ было взято 50 пробъ, можно было подмѣтить, что количество азота нитрита и нитратовъ наименьшее на поверхности океана, съ глубиной количество его возрастаетъ [2]) и доходитъ до максимумана различныхъ глубинахъ въ зависимости отъ широты мѣста: въ пробахъ съ глубинъ въ 400 м. и больше количество азота было 0,28—0,35 мгр., отъ 700—800 м. до 0,4 и 0,6 мгр. Начиная же съ этой глубины количество азота въ Атлантическомъ океанѣ такое же, какъ и въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ.

Для Сѣвернаго и Балтійскаго морей цифры, полученныя Рабеномъ [3]) слѣдующія:

Балтійское море	0,134 мгр.	(на 1 литръ . . .	0,152 — 0,230 мгр.)
Сѣверное море	0,152 „	(„ 1 „ . . .	0,168 — 0,316 „),
		всего же азота	0,233 — 0,349 „

У береговъ Норвегіи Рабенъ на „Hohenzollern" нашелъ слѣдующее:

62° 10′ N и	4° 58′ E.	— 0,111 мгр.
63° 7′ „	7° 37′ „	— 0,116 „
65° 17′ „	11° 59′ „	— 0,124 „
67° 32′ „	14° 21′ „	— 0,115 „
	Въ среднемъ	— 0,12 мгр.

Такимъ образомъ, чѣмъ ближе къ полюсу, тѣмъ количество какъ бы увеличивается; къ экватору же количество азота нитритовъ + нитратовъ уменьшается при повышеніи температуры. При этомъ, увеличеніе количества азота замѣтнѣе въ южномъ полушаріи, доходя здѣсь, напр., подъ 60° до 0,4 мгр., а подъ той же широтой въ сѣверномъ лишь до 0,1 мгр.

Низкія цифры получены Бетткеромъ [4]), по которому въ 1 литрѣ 0,066 мгр. азотистой кислоты.

---

[1]) См. напр., старыя данныя у Natterer., l. c., pag. 88, Geelmuyden Ueber die quantitative Bestimmung der stickstoffhaltigen Bestandteile des Meerwassers. Zeitschr. für analytische Chemie. Bd. 22. pag. 276.

[2]) Это же самое констатируетъ Грефъ анализами, произведенными на «Planet». Общее количество азотистыхъ соединеній замѣтно возрастаетъ (отъ 0,1 до 0,4 мгр.) съ поверхности океана до глубины въ 800 метровъ и въ то же время несомнѣнно находится въ зависимости отъ температуры (0,43 мгр. при 0—5°; 0,26 мгр. при 10—15° и 0,12 мгр. при 25—30°).

[3]) Raben, l. c., pag. 89.

[4]) v. Böttker, Eg. Ueber salpetrige Säure im Meerwasser. Chem. Zeit. Bd. 29. 1905. pag. 956.

По даннымъ, обработаннымъ Геббингомъ [1]) видно, что неорганическія азотистыя соединенія въ различныхъ глубинахъ антарктическаго моря распредѣлены равномѣрно. Количество нитритовъ + нитратовъ на 1 литръ въ среднемъ 0,5 мгр., а общее количество азота 0,55 мгр. Слѣдовательно, количество неорганическаго связаннаго азота въ Антарктикѣ очень высоко [2]).

Въ Индійскомъ океанѣ наблюдается измѣненіе съ глубиной: верхніе слои содержатъ наименьшее количество азота; количество котораго на небольшихъ глубинахъ меньше, чѣмъ въ Антарктикѣ. На большихъ глубинахъ неорганическаго связаннаго азота одинаковое количество, какъ и въ Антарктическихъ водахъ.

Въ Атлантическомъ океанѣ колебанія между 0,4 — 0,6 мгр. Среднее 0,5. На большихъ глубинахъ здѣсь то же самое отношеніе, какъ и въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ.

Наблюдается извѣстное отношеніе между соленостью и содержаніемъ азота: паденіе солености совпадаетъ съ увеличеніемъ количества азота. „Der höhste Betrag an Stickstoff fällt meist mit dem niedrigsten an Salz zusammen".

Количество кремнекислоты, растворенной въ морской водѣ, весьма не велико: 1 часть на 1.000.000 частей воды по новымъ даннымъ Рабена [4]). 1 часть на 200.000—500.000 частей морской воды по даннымъ Мёррай [5]) и 9,1—17,6 частей SiO_2 на 1.000.000 частей воды по старымъ анализамъ Шмидта. Эта разница въ анализахъ можетъ быть вполнѣ объяснена тѣмъ, что старые аналитики брали нефильтрованную воду и примѣняли стеклянную посуду, вмѣсто цинковой.

Между тѣмъ это вещество входитъ въ составъ тѣла растительныхъ и животныхъ организмовъ, населяющихъ моря, вспомнимъ только діатомовыя водоросли, радіоляріи, губки и т. п., кремнекислота которымъ служитъ и для постройки скелета и для постройки скорлупокъ.

Такимъ образомъ, необходимо предположить, что кромѣ нерастворенной кремнекислоты въ распоряженіи многочисленныхъ обитателей моря должна находиться и растворенная кремнекислота.

---

[1]) Gebbing, J. Chemische Untersuchungen von Meeresboden-Meerwasser und Luft Proben der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Bd. VII. H. II. Berlin. 1909.

[2]) Gebbing, l. c. Bd. VII. H. 2. pag. 163.

[3]) Gebbing, l. c. Bd. VII. H. 2. pag. 170.

[4]) Raben, E., Quantitative Bestimmung von Kieselsäure im Meerwasser. Wiss. Meeresunt. N. F. Bd. II. 1910. нашелъ, что въ Сѣверномъ и Балтійскомъ моряхъ количество SiO_2 не превышаетъ 1,4 мгр., а большею частью равно 0,6—0,8 мгр. (см. pag. 319).

[5]) Murray, J. a. Jrwin, R. On Silica and the silicous remains of organisms in modern seas. Proc. roy. Soc. Edinburgh. 18. 1891. pag. 229—250.

Присутствіе ея указано было еще экспедиціей „Челленжера" въ видѣ силиката алюминія, находящагося въ водѣ во взвѣшенномъ состояніи. Возможно, какъ думаютъ Мёррай и Ирвинъ, что при разрушеніи органическаго вещества образуются сульфиты, вслѣдствіе возстановленія сульфатовъ, и эти-то образовавшіеся сульфиты переводятъ кремнекислоту въ растворимую форму, слѣдовательно усвояемую организмами (растительными) [1].

Въ только что приведенной точкѣ зрѣнія на круговоротъ кремнекислоты мы, безъ сомнѣнія, видимъ мысль объ участіи въ этомъ процессѣ микроорганизмовъ, и я весьма сожалѣю, что мои опыты въ этомъ направленіи не могли быть закончены.

Кромѣ соединеній, содержащихъ сѣру, азотъ, углеродъ, о распредѣленіи которыхъ въ морской водѣ я только что сообщилъ нѣкоторыя данныя на основаніи имѣющихся въ литературѣ свѣдѣній, въ морской водѣ находятся: іодъ, желѣзо, серебро, марганецъ, аллюминій, свинецъ, мѣдь и др. Заслуживаютъ упоминанія данныя, касающіяся марганца, показывающія, что относительно этого элемента существуетъ рѣзкое разнорѣчіе,—такъ, во время экспедиціи „Challenger", Бразіе (Brazier), производившій анализъ, не нашелъ марганца въ глобигериновомъ илѣ, а Ренаръ (Renard) на томъ же мѣстѣ въ океанѣ нашелъ 1,7% MnO_2 [2]) Эти противорѣчія необходимо подчеркнуть, чтобы при будущихъ химическихъ изслѣдованіяхъ воды океана обратить на нихъ вниманіе.

Вопросъ о другомъ характерномъ для моря элементѣ—іодѣ, присутствіе котораго въ морскихъ организмахъ—несомнѣнно, довольно подробно разобранъ А. Готье. Его изслѣдованія касаются не только опредѣленія количества іода въ водѣ, но и констатируютъ любопытный фактъ распредѣленія іода въ зависимости отъ распредѣленія въ водѣ населяющихъ его организмовъ.

А. Готье [3]) нашелъ, что количество іода въ морской водѣ уменьшается съ глубиной, такъ какъ число организмовъ тоже уменьшается съ глубиной. Кромѣ того оказывается, что іодъ въ морской водѣ въ видѣ минеральныхъ соединеній находится въ неуловимомъ количествѣ и можетъ быть обнаруженъ или въ видѣ іода организмовъ (iode organisé) или

---

[1]) Относительно количества кремнекислоты въ водѣ Бѣлаго моря (6,4 mlg. на 100.000 воды)—Knauss, C. Untersuchungen der Asche vom Seetang aus dem Weissen Meere, des Wassers des Weissen Meeres und zweier Salzsolen aus Nonoxa ausgeführt in Archangel vom August 1859 bis Februar 1860. Bulletin de l'acad. imp. des sc. de St. Pétersbourg. Bd. 2. 1860. pag. 312.

[2]) Gebbing, J. Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903. Bd. VII. Berlin. 1909. pag. 107.

[3]) Gautier, A. L'iode dans l'eau de mer. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 128. 1899. pag. 1069 и Examen de l'eau de mer puisée à différentes profondeurs; variations de ses composés iodés. Comp. rend. de l'Acad. des Sc. T. 129. 1899. pag. 9.

въ видѣ комплексныхъ растворимыхъ соединеній; слѣдовательно необходимо заключить, что онъ фиксируется живыми организмами; поэтому-то на поверхности моря его и находятъ въ бо̀льшемъ количествѣ. Въ общемъ іода найдено въ Атлантическомъ океанѣ на 1 литръ 2,32 мгр. и въ Средиземномъ морѣ 2,216 мгр., т. е. приблизительно одинаковыя количества. Что касается распредѣленія іода съ глубиной, то „iode organisé“ находится въ прямой зависимости отъ организмовъ, его фиксирующихъ:

на поверхности	0,286	мгр.	на 1 литръ.
100 метровъ надъ дномъ. .	0,100	„	„
на днѣ.	0,065	„	„

Количество органическаго растворимаго іода достигаетъ своего maximum на глубинѣ 880 м., но мало варіируетъ вверхъ и внизъ отъ этой глубины.

Что касается содержанія іода въ морскихъ организмахъ, то несомнѣнно извѣстный интересъ представляютъ дальнѣйшіе анализы Готье [1]), изъ которыхъ слѣдуетъ, что количество іода у морскихъ водорослей колеблется въ предѣлахъ между 7 и 60 мгр. на 100 гр. свѣжаго матеріала, или же, какъ вычисляетъ Готье, на 100 гр. сухого вещества морскихъ водорослей въ среднемъ приходится 60 мгр. іода, который находится въ нихъ въ видѣ іодонуклеиновъ и долженъ играть роль въ функціяхъ этихъ организмовъ (j'ai pensé que l'iode devait y jouer un rôle pour ainsi dire spécifique [2]). Среди ряда анализовъ обращаетъ на себя вниманіе опредѣленіе количества іода у Beggiatoa, которая была въ смѣси съ другими сѣрными бактеріями (Thiocystis). Этотъ матеріалъ для анализа взятый изъ ключей Luchon, содержалъ іода 36 мгр. на 100 сухого вещества, что указываетъ на способность бактерій, подобно водорослямъ, фиксировать іодъ.

Мнѣ остается еще упомянуть, что относительно извести, элемента, какъ извѣстно, играющаго несомнѣнно значительную роль въ процессахъ усвоенія азота различными микроорганизмами, существуютъ данныя, полученныя во время изслѣдованія морского дна, произведеннаго экспедиціями „Valdivia“, „Gauss“ и др. Оказывается, что по содержанію извести верхніе слои грунта отличаются отъ нижнихъ. Такъ, проба длиною въ 21 сант., взятая изъ глубины въ 3.630 м. въ субантарктическомъ морѣ, дала въ верхней части 60,7% и въ нижней части только 17,0% $Ca\,CO_3$ [3]).

---

[1]) Gautier, A. Présence de l'iode en proportions notables dans tous les végétaux à chlorophylle de la classe des Algues et dans les Sulfuraires. Compt. rend. de l'Ac. des. Sc. T. 129. 1899. pag. 189.

[2]) Gautier, l. c. pag. 191.

[3]) Philippi, E. Ueber Schichtbildung am Boden der heutigen und vorweltlichen Meere. Int. Revue d. gesamt. Hydrob. und Hydrographie. Bd. II. 1909.

Что же касается распредѣленія извести въ водѣ различныхъ морей и на различныхъ глубинахъ, то тутъ данныя нѣсколько иныя, такъ какъ оказывается, что сколько нибудь значительныхъ колебаній въ этомъ отношеніи не наблюдается.

Въ Южномъ Ледовитомъ океанѣ на 1 литръ воды найдено извести 0,41—0,46 гр. (въ среднемъ 0,43 гр.), въ Индійскомъ океанѣ на 1 литръ 0,38—0,50 (въ среднемъ 0,43 гр.), въ Атлантическомъ океанѣ 0,39—0,49 (въ среднемъ 0,44 гр.), [1]) а для Сѣвернаго Ледовитаго океана по даннымъ Шмидта 0,4024 гр. [2]).

Колебанія эти настолько незначительны, что ими совершенно можно пренебрегать и считать количество извести въ морской водѣ повсемѣстно одинаковымъ.

Чрезвычайно интересно указаніе Г. А. Надсона [3]) на важную роль микроорганизмовъ въ круговоротѣ этого распространеннаго и необходимаго для растительныхъ организмовъ элемента.

Среди тѣхъ солей, количество которыхъ преобладаетъ въ морской водѣ, первое мѣсто занимаетъ хлористый натръ, но соленость, факторъ несомнѣнно громаднаго значенія для населяющихъ море организмовъ, обусловливается, какъ извѣстно, не имъ однимъ. Хлористый натръ составляетъ приблизительно 78% всѣхъ солей, среди которыхъ находятся хлористая магнезія 10,9%, сѣрнокислая магнезія (4,7%), сѣрнокислая известь (3,6%), сѣрнокислый кали (2,5%), количество же остальныхъ солей весьма незначительно, какъ, напр., бромистой магнезіи (0,22%) и углекислой извести (0,34%).

Соленость воды океановъ принимается обыкновенно равной 3,5%, [4]) но при изученіи распредѣленія организмовъ въ зависимости отъ теченія приходится обращать вниманіе на малѣйшее измѣненіе солености, выражающееся въ десятыхъ доляхъ.

Въ той таблицѣ, которая приводится мною далѣе, собраны данныя относительно распредѣленія солености на всѣхъ тѣхъ станціяхъ, откуда были взяты пробы для бактеріологическаго изслѣдованія.

---

[1]) Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903 herausgegeb. E. von Drygalski. VII Bd. Heft II. Berlin—1909. pag. 208.

[2]) Schmidt, l. c. pag. 232.

[3]) Надсонъ, Г. А. Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели. I. О сѣроводородномъ броженіи въ Вейсовомъ соляномъ озерѣ и объ участіи микроорганизмовъ въ образованіи чернаго ила (лечебной грязи). СПБ. 1903. (Отд. отт. изъ «Трудовъ Комиссіи по изслѣдованію славянскихъ минеральныхъ озеръ»).

[4]) Собственно 3,521% (или 35,21°/₀₀). Въ моряхъ соленость меньше: такъ въ Нѣмецкомъ морѣ она 32,75°/₀₀; въ Балтійскомъ въ зависимости отъ мѣста: въ Ботническомъ заливѣ 5°/₀₀, близъ Готланда 7,5°/₀₀, близъ Варнемюнде 11,06°/₀₀, въ Каттэгатскомъ проливѣ 30,67°/₀₀; въ Черномъ морѣ 18,261°/₀₀.

Относительно солености воды Баренцова моря имѣются данныя, собранныя у Н. М. Книповича и основанныя на анализахъ: Мурманской научно-промысловой экспедиціи, С. О. Макарова, І. Іорта и Б. Хелландъ Хансена, Нансена, а также тѣ данныя, которыя получены экспедиціей и собраны въ отчетахъ Л. Л. Брейтфуса [1]).

Изъ совокупности всѣхъ данныхъ можно заключить, что соленость Баренцова моря падаетъ въ восточномъ направленіи [2]). Наибольшая соленость обнаружена на Кольскомъ меридіанѣ между 73—73½°N; при этомъ съ поздней осени соленость повышается сравнительно съ лѣтомъ и въ концѣ зимы (мартъ) достигаетъ максимума. Лѣтомъ соленость ниже, особенно въ верхнихъ слояхъ. Вѣроятнѣе всего, что главная роль въ данномъ случаѣ принадлежитъ опрѣсняющему вліянію континентальной воды, которое начинаетъ увеличиваться съ начала таянія снѣга. Кромѣ того надо имѣть въ виду, что опрѣсненіе гольфштремной воды начинаетъ уже сказываться въ Атлантическомъ океанѣ подъ вліяніемъ опрѣсненія, вызываемаго Балтійскимъ моремъ, скандинавскими берегами и т. д.

Амплитуда колебаній солености находится между 34,14‰ (71° N и 33° 14′ E) и 35,12‰ (73° N и 24° 30′ E).

Изслѣдованіями установлено, что безъ большой натяжки можно принять, что вода, имѣющая соленость выше 35,00‰ можетъ считаться происходящей изъ Атлантическаго океана; та же вода, соленость которой ниже 35,00‰, береговаго или материковаго происхожденія. Соленость воды въ нѣкоторыхъ мѣстахъ у береговъ Норвегіи понижается даже въ среднемъ до 31‰ (т. е. смѣсь одной части прѣсной воды съ семью частями морской [3]).

При изслѣдованіи біогенныхъ процессовъ, совершающихся въ морской водѣ, должно быть обращено извѣстное вниманіе на количество газовъ, содержащихся въ ней, такъ какъ это можетъ способствовать выясненію условій, въ которыхъ проходитъ развитіе организмовъ.

Растворимость кислорода въ морской водѣ вообще больше, чѣмъ азота, такъ что и отношеніе ихъ между собой въ морѣ другое, чѣмъ въ воздухѣ. Такъ, въ воздухѣ оно равно приблизительно 21 къ 79, въ прѣсной водѣ 35 къ 65 (по Dalton), въ морской водѣ 33,9 къ 66,1 [4]).

[1]) Breitfuss, L. Ozeanographische Studien über des Barents-Meer. Abdruck aus Dr. A. Petermann Geogr. Mitteilungen 1904. Heft II.

Брейтфусъ, Л. Л. Труды Мурманской Научно-промысловой экспедиціи годы 1902, 1903, 1904 и 1905. СПБ. 1903—1912.

[2]) Книповичъ, Н. Основы гидрологіи Европейскаго Ледовитаго океана. СПБ. 1906. Стр. 1101.

[3]) См. Helland-Hansen, B. and Nansen, Fridtjof. l. c.

[4]) Thoulet, l. c., pag. 82.

Послѣднія экспедиціи устанавливаютъ, что даже на самыхъ большихъ глубинахъ количество кислорода достаточно для поддержанія органической жизни [1]).

Относительно газовъ, содержащихся въ водѣ Ледовитаго океана (Баренцова моря), извѣстно очень мало. Всѣ имѣющіяся (съ 1904) по этому вопросу данныя собраны у Н. М. Книповича въ таблицѣ [2]).

Изъ этой таблицы мы видимъ, что количество азота въ 1 литрѣ (т. е. количество N_2 въ куб. сант. при 0° и давленію 760 m.m.) колеблется между 13,48 к. с. (70° N, 33° 30′ E, на глубинѣ 50 м). и 16,06 к. с. (72° 31′ N, 50° 21′ E на глубинѣ 155 метровъ), количество кислорода между 5,50 к. с. (70° 22′ 30″ N и 31° 47′ E на глубинѣ 400 метровъ) и 8,90 к. с. (72° 31′ N и 50° 21′ E на глубинѣ 25 метровъ), не принимая во вниманіе данныя, полученныя на станціи подъ 72°07′N 45°09E, гдѣ количество кислорода равно только 1,37 к. с. и 1,50 к. с. на глубинѣ 230 метровъ.

Опредѣленій количества углекислоты сдѣлано очень немного, амплитуда ея колебанія 40,41—49,96 к. с. въ 1 литрѣ [3]).

Въ общемъ оказывается, что содержаніе газовъ, и въ частности азота, ниже всего въ прибрежной области Мурмана и въ Мурманскомъ тепломъ теченіи; объясняется это тѣмъ, что это—теплая область и притомъ такая, въ которую вливается гольфштремная вода, насытившаяся газами при сравнительно высокихъ температурахъ [4]). Въ болѣе холодной водѣ, теченіяхъ, омывающихъ берега Новой Земли, мы должны ожидать большое содержаніе газовъ, такъ оно и оказывается. Въ области придоннаго холоднаго теченія у береговъ Новой Земли мы и находимъ необыкновенно высокое содержаніе азота для воды той высокой солености, какую мы встрѣчаемъ здѣсь. [5]).

Что касается органическаго вещества въ морской водѣ, то количество его должно быть значительно, а источникомъ его долженъ являться, главнымъ образомъ, планктонъ. Правда, Пюттеръ [6]) находитъ, что количество планктона слишкомъ мало, чтобы покрыть потреб-

[1]) Результаты изслѣдованій «Planet». См. такъ-же Шокальскій, Ю. Взглядъ на современное состояніе океанографіи. Зап. Имп. Русск. Геогр. Общ. т. XLVII. отд. от. стр. 17.

[2]) Книповичъ, Н. М. Основы гидрологіи. стр. 1204—1209.

[3]) По Tornöe (Thoulet, l. c., pag. 84) въ 1 литрѣ морской воды 48—50 куб. с. CO_2, съ глубиной колебанія не велики.

[4]) Книповичъ, Н. М. Основы гидрологіи Европейскаго Ледовитаго океана. СПБ. 1906. Стр. 1210.

[5]) Книповичъ, l., c. стр. 1210.

[6]) Pütter, Die Ernährung der Wassertiere. Zeitsch. allgem. Physiol. Bd. 7. 1907.
» Der Stoffhaushalt des Meeres. Ib. 1907.
» Studien zur vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels. Abh. Ges. Wissensch. Göttingen, Mathem.-phys. Kl. N. F. Bd. 1907.

ность въ пищѣ животныхъ и допускаетъ поэтому существованіе въ морѣ какого то растворимаго органическаго вещества, поглощаемаго морскими животными аналогично эндопаразитамъ. Но едва ли это проблематичное растворимое органическое вещество можетъ быть чѣмъ нибудь инымъ, какъ тѣмъ же мертвымъ планктономъ и образующимся при разложеніи его детритомъ, указываемымъ различными изслѣдователями [1]).

Пюттеръ, опредѣляя объемъ одного индивидуума и перечисляя его потомъ для каждой группы, принимая напр., количество бактерій въ глубинахъ 0—200 метровъ равнымъ 785 милл. на 1000 литровъ, находитъ слѣдующія числа:

На 1000 литровъ.	Объемъ въ Cmm.	Живой вѣсъ въ mg.	Вѣсъ сухого вещества въ mg.
Protophyten	17,00	17,61	3,70
Protozoen	1,13	1,17	0,24
Bakterien	0,8	0,83	0,17
Metazoen	34,7	36,00	7,48
	53,63	—	11,59

Пользуясь данными Брандта, можно изъ вѣса сухого вещества вычислить количество въ планктонѣ бѣлка, углеводовъ и жировъ и, наконецъ, найти количество углерода и азота.

По разсчету, сдѣланному Пюттеръ, оказывается, что въ 1000 литрахъ воды возлѣ Сиракузъ въ планктонѣ только 4 мгр. углерода и 0,4 мгр. азота. Тѣ же самыя количества онъ нашелъ въ Неаполитанскомъ заливѣ, въ то время какъ количество раствореннаго углерода и азота было несоизмѣримо велико (65 мгр. углерода и 0,56 мгр. азота на литръ); между тѣмъ какъ планктонъ, который жилъ въ морѣ содержалъ только 0,004 мгр. углерода и 0,0004 мгр. азота. Правда, эти данныя Пюттера нуждаются сами по себѣ въ провѣркѣ [2]) и отчасти уже опровергнуты Хенце [3]).

---

[1]) Исключительный по оригинальности взглядъ высказывается Кентонъ, который приравниваетъ море къ протоплазмѣ. См. Quinton, L'eau de mer milieu organique. Paris. 1904.

Lohmann, H. Ueber die Quellen der Nahrung der Meerestiere und Pütters Untersuchungen hierüber. Int. Revue der gesamten Hydrob. und Hydrographie. Bd. II. 1909.

[2]) Въ 1910 году появилась статья Рабена (Raben, E. Ist organ. Kohlenstoff in nennenswerter Menge im Meerwasser gelöst vorhanden. Wiss. Meeresunt. N. F. 11. Bd 1910 p. 111), которая подвергаетъ полному сомнѣнію правильность анализовъ Пюттера. Анализы воды изъ Кильской бухты даютъ органическаго углерода 10,9—13,9 мгр. на 1 литръ и 3—3,2 мгр. въ водѣ Балтійскаго моря, что далеко не тѣ цифры, которыя должны были бы получиться, если бы предположить, что въ морской водѣ дѣйствительно находится въ растворѣ какое-то органическое вещество Пюттера.

[3]) Henze, Bemerkungen zu den Anschauungen Pütters über den Gehalt des Meeres, an gelösten organischen Kohlenstoff. Archif f. die gesamte Physiol. von Pflüger. Bd. 123. 1908.

Хотя давленіе съ глубиной постепенно увеличивается и уже на глубинѣ 10 метровъ равно 1 атмосферѣ [1]), а затѣмъ увеличивается на 1 атмосферу съ каждыми новыми 10 метрами, такъ что на глубинѣ, напр., 4000 метровъ давленіе равно 400 атмосферамъ, но мы можемъ имъ пренебречь, основываясь на старыхъ наблюденіяхъ Бера [2]), по которому само по себѣ давленіе не имѣетъ вліянія на развитіе организмовъ, а вліяетъ лишь постолько, посколько оно отражается на парціальномъ давленіи кислорода. Руссель въ свою очередь совершенно отрицаетъ вредное вліяніе давленія на морскихъ бактерій, не соглашаясь въ этомъ случаѣ съ Шово [3]), указавшимъ вредное вліяніе на бактерій высокаго давленія. Хлопинъ и Тамманъ [4]) указываютъ, что давленіе даже въ 3000 кгр. на 1 кв. сант. не убиваетъ бактерій; задерживающее вліяніе давленія выражается индивидуально.

Что же касается кислорода, находящагося въ морской водѣ на значительныхъ глубинахъ, то количество его, по Шлезингу, должно быть таково, какъ и въ водѣ, находящейся при обыкновенномъ давленіи. Поэтому, то выдѣленіе газа изъ пробъ воды, добытыхъ съ глубинъ, которое наблюдалъ Мильнъ Эдварсъ во время экспедиціи „Travailleur“ въ 1882 г., объясняется не высокимъ давленіемъ, подъ которымъ находятся газы на глубинѣ, а разностью температуръ въ глубинѣ и на поверхности моря. Такъ, въ водѣ съ глубины въ 2700 метровъ въ Атлантическомъ океанѣ при 3,3° было столько же газа [5]), сколько должно было быть при обыкновенномъ давленіи при той же температурѣ.

Химическіе же процессы, протекающіе въ глубинахъ подъ вліяніемъ микроорганизмовъ или безъ всякаго съ ихъ стороны вліянія, должны находиться въ зависимости отъ давленія столба воды, а слѣдовательно съ каждыми 10 метрами давленіе, оказываемое водой на процессы, совершающіеся въ ней, должно возрастать на 1 атмосферу.

Изъ этого мы можемъ заключить, что тѣ процессы, которые совершаются у насъ въ лабораторіи подъ вліяніемъ морскихъ организмовъ далеко не такъ протекаютъ, по крайней мѣрѣ что касается ихъ быстроты, какъ это наблюдается въ морѣ.

Не вполнѣ одинаковы должны быть продукты жизнедѣятельности бактерій, образуемые ими на глубинѣ 20 метровъ при давленіи 2 атмо-

[1]) Thoulet, J. L'océan. Paris. 1904. pag. 55.
Richard, J. L'océanographie. Paris. 1907. pag. 116.

[2]) Bert, P. La pression barométrique. Paris. 1878 и Comptes rendus hebd. de l'Acad. T. 76. 1873. pag. 443 и T. 77. 1873. pag. 534.

[3]) Chauveau, Comptes rendus hebd. de l'Ac. d. Sc. T. 98. 1884. pag. 1232, a такъ же pag. 314.

[4]) Chlopin, G. W. und Tamman, G. Ueber den Einfluss hoher Drucke auf Mikroorganismen. Zeitschr. f. Hyg. XLV. 1893. pag. 171.

[5]) Richard, L'océanographie. pag. 135.

сферъ или на глубинѣ 1000 метровъ при давленіи 100 атмосферъ. Въ глубинѣ океана химія должна быть „химіей (такъ же какъ и біологія), высокаго давленія, ибо на глубинѣ уже 1000 саж. квадратный дюймъ выдерживаетъ давленіе въ 61 пудъ“ [1]).

Всѣ эти данныя относительно химическаго состава воды Ледовитаго океана и относительно распредѣленія въ ней газовъ, вообще все то, что характеризуетъ болѣе или менѣе данный бассейнъ, какъ среду, въ которой совершаются извѣстные процессы, я сообщаю лишь настолько, отчасти имѣя въ виду ихъ разбросанность въ отдѣльныхъ статьяхъ, насколько это необходимо, чтобы составить себѣ нѣкоторое понятіе о тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ происходятъ въ морѣ процессы, совершающіеся подъ вліяніемъ микроорганизмовъ.

Несомнѣнно, что главнѣйшимъ факторомъ, замѣтнѣе всего вліяющимъ на морфологическую природу организмовъ и на процессы вызываемые ими, является концентрація воды; несомнѣнно такъ же, что нельзя обойти молчаніемъ, разбирая дѣятельность денитрифицирующихъ организмовъ, тѣ данныя, которыя рисуютъ содержаніе азотистыхъ соединеній въ моряхъ и съ этой точки зрѣнія я и привожу кратко наиболѣе важныя для дальнѣйшаго изложенія литературныя данныя. Въ свою очередь сѣрнокислыя и углекислыя соединенія имѣютъ безспорное значеніе въ различнаго рода процессахъ, а поэтому представлялось необходимымъ упомянуть и объ нихъ.

[1]) Лебединцевъ, А. А. О соотношеніи удѣльнаго вѣса, солености и хлора въ морской водѣ и о способахъ ихъ опредѣленія. Вѣстникъ рыбопромышленности. Спб. 1901. №№ 10—12. стр. 33.

Глава III.

Свѣдѣнія о примѣненныхъ методахъ для бактеріологическаго изслѣдованія воды океана.

«Logiqement, avant de commencer l'étude de la vie microbienne, il faudrait expliquer comment on obtient des cultures pures, comment on isole une espèce; mais nous nous en abstiendrons. Ces questions sont tellement liées à celle de la nutrition, qu'elles ne sauraient en être séparées. Nous les traiterons donc ensemble».

Charpentier.

Для добыванія пробъ воды съ глубинъ для микробіологическаго анализа я пользовался двумя приборами.

Для пробъ воды со сравнительно незначительныхъ глубинъ и въ тѣхъ случаяхъ, когда необходимо было получить большія количества воды, я примѣнялъ приборъ Ру [1]), нѣсколько видоизмѣненный, какъ это описано мной въ 1907 году [2]). Измѣненія коснулись слѣдующаго: къ металлическому футляру (а) прибора (рис. 1) была придѣлана металлическая же рама, причемъ по срединѣ верхней перекладины (b′) этой рамы сдѣлано было круглое отверстіе, черезъ которое проходило вытянутое горлышко (I a′) эвакуированнаго стекляннаго балона, той же самой формы, какъ и у Ру. Къ одному концу этой верхней перекладины прикрѣпленъ на шарнирѣ однимъ концомъ металлическій рычагъ (I c.). Этотъ рычагъ снабженъ на своей срединѣ, какъ разъ надъ вытянутымъ въ трубку горлышкомъ балона, расширеніемъ, приходящимся, слѣдовательно, одновременно и надъ отверстіемъ въ верхней перекладинѣ (b′). На другомъ свободномъ концѣ рычага находится развилина, концы которой закрываются винтомъ.

[1]) Roux, Précis d'analise mycrobiologique des eaux. Paris. 1892.

[2]) Исаченко, Б. Л. Приборъ для добыванія пробъ воды. Изв. Имп. Спб. Бот. Сада. 1907.

Для опусканія прибора въ море я пользовался тросомъ изъ кремнекислой мѣди. Тросъ этотъ свободнымъ концомъ прикрѣплялся къ грузу, затѣмъ проходилъ черезъ зажимъ (b), прикрѣпленный къ нижней части прибора (чашкѣ), пропускался черезъ отверстіе на краю верхней перекладины (какъ это показано на фиг. I) и затѣмъ черезъ вилку рычага. При этомъ самъ рычагъ лежалъ совершенно свободно, на выступающемъ черезъ отвер-

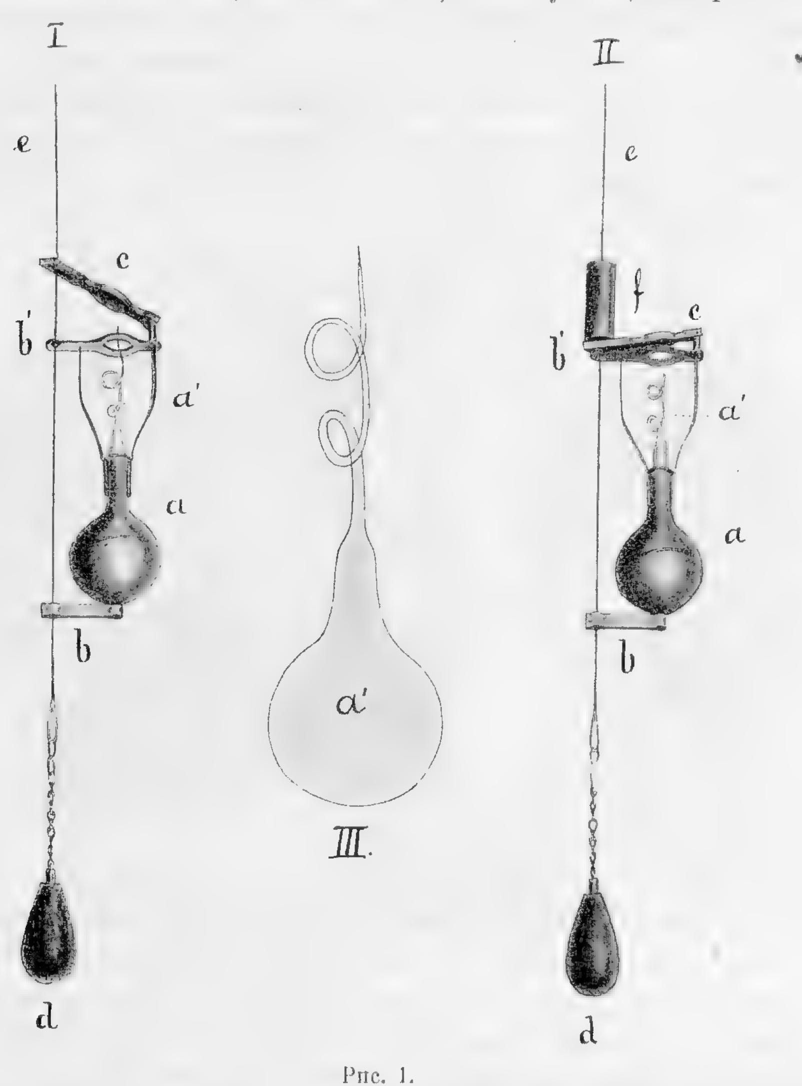


Рис. 1.

стіе вытянутомъ кончикѣ балона, не оказывая на него особаго давленія. Тросъ былъ намотанъ на паровую лебедку, если пробы воды брались съ парохода, или на простую ручную переносную лебедку, если проба бралась изъ лодки.

Когда приборъ опущенъ на извѣстную, нужную для взятія пробы, глубину, что опредѣлялось при помощи счетчика, черезъ который перекинутъ тросъ съ приборомъ, тогда съ парохода (или съ лодки) пускается

внизъ по тросу грузъ (messenger), который, скользя по тросу, ударяетъ по рычагу; рычагъ опускается (II. f.), такъ какъ выемка его велика и ударяетъ по трубкѣ балона своей центральной расширенной частью, отламываетъ при этомъ кончикъ балона, который и наполняется водой.

Грузъ приспособленный къ этому прибору, былъ взятъ отъ батометра и состоитъ изъ тяжелаго (550 гр.) открывающагося вдоль цилиндра, что облегчаетъ надѣваніе его на тросъ.

Эвакуированный и запаянный балонъ, вмѣстимостью 250 к.с., предварительно былъ простерилизованъ троекратнымъ нагрѣваніемъ въ стерилизаторѣ Коха, а приборъ передъ опусканіемъ въ воду обмывался спиртомъ или проводился надъ огнемъ лампочки. Послѣ того, какъ при-

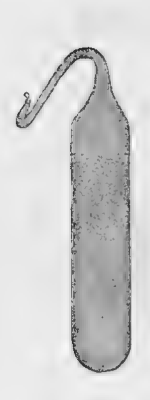


Рис. 2.


Рис. 3.

боръ вынимался изъ воды, балоны, если посѣвъ изъ нихъ производился не тотчасъ же, запаивались въ лодкѣ же на пламени спиртовой горѣлки.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда для изслѣдованія бралась проба воды съ большихъ глубинъ, что имѣло мѣсто, преимущественно, при работахъ въ океанѣ, тогда я пользовался небольшими стеклянными эвакуированными и стерилизованными балонами (рис. 2) такъ называемыми „Abschlagröhrchen“. Эти балончики [1]) прикрѣплялись къ рамѣ батометра Нансена при помощи привинчивающагося мѣднаго футляра. Прикрѣпленъ былъ этотъ футляръ съ балончикомъ такимъ образомъ, чтобы при закрываніи батометра, кончикъ трубки ломался бы и балончикъ наполнялся бы

[1]) Балончики были исполнены мастерской Мюллеръ (Спб. Столярный пер.) и толщина стекла была такова, что свободно могла выдерживать давленіе въ 20 атмосферъ.

водой. Это простое приспособленіе давало возможность, опуская батометръ (рис. 3) на желаемую глубину, одновременно получать пробы воды для химическаго и газоваго анализовъ, а также для опредѣленія ея температуры.

Съ одной и той же глубины большею частью бралось по двѣ пробы, одна проба воды сейчасъ же подвергалась изслѣдованію, а другая запаивалась и хранилась для дополнительныхъ изслѣдованій.

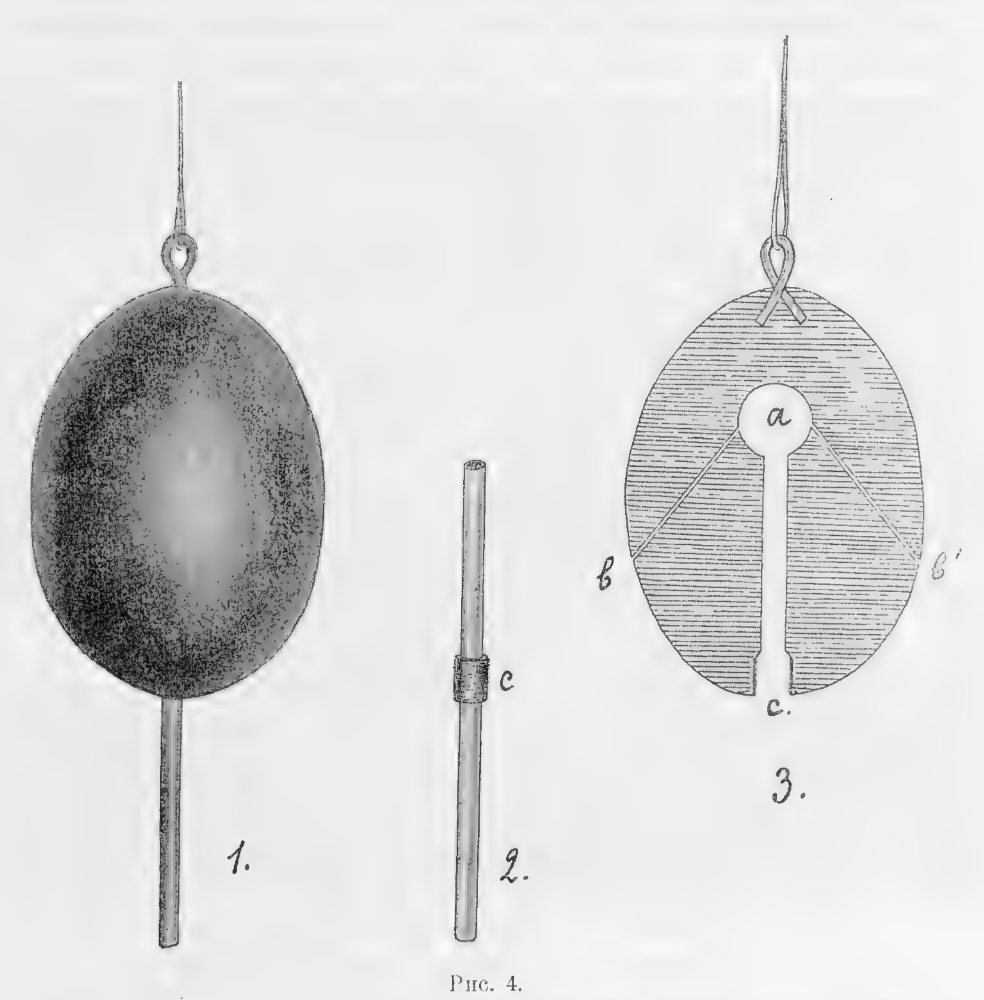


Рис. 4.

Для собиранія пробъ илистыхъ и вообще мягкихъ грунтовъ экспедиція пользовалась лотомъ съ трубкою, предложеннымъ въ 1905 году Л. Л. Брейтфусомъ.

Приборъ этотъ (рис. 4) состоитъ изъ эллипсоидной формы чугунной гири, внутри которой находится грушеобразный резервуаръ *a* (фиг. 1 и 3), оканчивающійся стальной трубкой. Трубка эта предназначена для захватыванія грунта, она имѣетъ заостренные края и привинчивается къ гирѣ при помощи мѣдной муфты съ нарѣзкой. Верхняя часть резер-

вуара *a* соединена съ внѣшней поверхностью гири при помощи двухъ или нѣсколькихъ соединительныхъ каналовъ b, b', наклоненныхъ книзу.

На фигурѣ 1 приборъ представленъ въ собранномъ видѣ. Если мы его станемъ опускать ко дну, вода заполнитъ всю полость трубки, резервуара и соединительныхъ каналовъ и вытѣснитъ изъ нихъ весь воздухъ. Ударившись о грунтъ, трубка вонзится въ него и захватитъ пробу. При подъемѣ прибора давленіе заключенной въ резервуарѣ воды будетъ уравновѣшиваться при посредствѣ соединительныхъ каналовъ и проба грунта, заключенная въ трубкѣ, не вытѣснится изъ нея; что случилось бы, если бы резервуаръ, не имѣя соединительныхъ каналовъ, оставался наполненнымъ сжатымъ воздухомъ. Проба грунта, по отдѣленіи трубки отъ гири, выталкивается деревянною или металлическою палочкою. Вѣсъ гири равняется 35—50 фунтамъ, длина трубки отъ 25—40 сантим. при внутреннемъ діаметрѣ въ 15—20 миллим.

Въ практикѣ экспедиціи при помощи этого прибора получались столбики грунта до 15 сантим. высоты. Проба ила, вытолкнутая изъ трубки, имѣетъ форму длиннаго червеобразнаго цилиндра, изъ средины котораго можно легко съ помощью стерилизованнаго платиноваго шпателя достать пробу для бактеріологическаго изслѣдованія.

Какъ трубка, такъ и шомполъ предварительно, передъ опусканіемъ стерилизовались спиртомъ. Во время рейса парохода „Андрей Первозванный" трубка и шомполъ лежали обыкновенно все время въ сосудѣ со спиртомъ.

Достать пробу жидкаго ила или каменистаго дна съ помощью этого лота, конечно, нельзя и для этой цѣли остается пользоваться лотомъ съ обыкновенными храпами. Что касается прибора Фишера[1]) для добыванія пробъ ила, то онъ оказался совершенно непригоднымъ даже при добываніи пробъ ила съ незначительныхъ глубинъ и отъ пользованія имъ пришлось отказаться, такъ какъ илъ чаще всего изъ него вымывался безъ остатка или же совершенно въ него не попадалъ.

При своихъ работахъ я старался производить посѣвы въ питательныя среды по возможности тотъ часъ же послѣ взятія пробы. Въ тѣхъ случаяхъ, когда пробы ила или воды были добываемы въ Екатерининской гавани, сдѣлать это было не трудно и я, обыкновенно, переносилъ пробу воды и ила въ помѣщеніе экспедиціи, гдѣ у меня была устроена лабораторія, снабженная термостатомъ, стерилизаторомъ Коха и всѣми нужными реактивами. Посѣвъ дѣлался одновременно на всевозможныя среды съ цѣлью оріентироваться въ тѣхъ процессахъ, которые происходятъ въ морѣ.

[1]) Fischer, B. Zeitschr. f. Hyg. Bd. XIII.

На пароходѣ экспедиціи „Андрей Первозванный“ (рис. 5) для всѣхъ бактеріологическихъ работъ было отведено помѣщеніе въ лабораторіи кормовой рубки на палубѣ, во второй непроходной комнатѣ. Здѣсь на большомъ столѣ можно было поставить микроскопъ, но пользоваться имъ пришлось лишь во время стоянки у острова Кильдина и у Новой Земли въ Бѣлушьей губѣ, такъ какъ въ остальное время рейса въ океанѣ было довольно сильное волненіе, что очень затрудняло микроскопическія работы. На



Рис. 5.

этомъ же столѣ я производилъ посѣвы изъ добытыхъ пробъ ила и воды въ пробирки и колбочки, съ заранѣе приготовленными средами.

Для стерилизаціи средъ и балоновъ во время рейса, въ капѣ надъ машиннымъ отдѣленіемъ былъ привинченъ къ полу стерилизаторъ Коха, нагрѣваемый керосиновой горѣлкой „Primus“.

Послѣ того какъ проба воды въ балонѣ была перенесена въ лабораторію, балонъ проводился надъ огнемъ спиртовой лампочки и кончикъ его, если онъ былъ запаянъ, отламывался прогрѣтымъ пинцетомъ. Въ

образовавшееся отверстіе, если оно было мало, вводился капилляръ стерилизованной пипетки, насасывалось опредѣленное количество воды и переносилось въ приготовленныя пробирки со средой. Если же случайно при отламываніи кончика балона отверстіе въ немъ оказывалось достаточно большимъ, то тогда вода изъ балона непосредственно выливалась въ пробирки со средой. Конечно при этомъ примѣнялись всѣ предосторожности противъ случайнаго загрязненія извнѣ. Избѣгнуть какого бы то ни было загрязненія было легко, такъ какъ воздухъ въ лабораторіи на пароходѣ за полярнымъ кругомъ былъ необыкновенно чистъ и содержалъ минимальное количество зародышей. Такъ, чашки Петри съ питательной желатиной почти не загрязнялись, если я ихъ оставлялъ стоять открытыми даже сравнительно продолжительное время (1—2 часа).

Для посѣва мною были заготовлены отчасти въ Петербургѣ, отчасти въ Александровскѣ среды разнообразнаго состава, что бы по полученіи пробы воды можно было бы сразу поставитъ элективныя культуры. Послѣ предварительныхъ опытовъ, сдѣланныхъ въ Александровскѣ, наиболѣе подходящими оказались среды: Бейеринка для сѣроводородныхъ бактерій, Баура и Гильтая для денитрифицирующихъ, Бенеке для усваивающихъ азотъ, Виноградскаго для нитрифицирующихъ и для Clostridium. Кромѣ этихъ средъ была приготовлена обыкновенная желатинизированная среда на рыбномъ бульонѣ, такой же агаръ-агаръ и рыбный бульонъ.

Во всѣ приготовленныя среды было добавлено 3,5% хлористаго натра, такъ какъ приблизительно такова соленость сѣвернаго Ледовитаго океана и прилежащей части Баренцова моря; для средъ, приготовленныхъ въ Александровскѣ, была взята вода изъ гавани.

Такимъ образомъ, по заранѣе намѣченнымъ задачамъ и сообразно этому поставленнымъ культурамъ, предполагалось выяснить происходятъ ли въ морѣ тѣ главнѣйшіе процессы, которые играютъ наиболѣе важную роль въ круговоротѣ веществъ на сушѣ, способствуя накопленію или разложенію нужныхъ для развитія растительныхъ организмовъ веществъ.

Для перевозки въ Петербургъ пробирки и колбочки съ культурами выдѣленныхъ организмовъ или запаивались или же ватная пробка вдвигалась нѣсколько внутрь пробирки, сверху на нее накладывалась обыкновенная корковая пробка и все заливалось парафиномъ. Такія культуры прекрасно сохраняли свою жизнеспособность очень долгое время. По возвращеніи въ Петербургъ, было приступлено сейчасъ же къ изслѣдованію физіологическихъ свойствъ организмовъ и главнѣйшія ихъ

свойства были установлены въ теченіе зимы 1906—07 года [1]). Позже было приступлено къ изслѣдованію пурпурныхъ бактерій, которыя прекрасно развивались въ хорошо закупоренныхъ сосудахъ или въ высокихъ (1 метръ) стеклянныхъ трубкахъ. Единственно мнѣ не удалось изслѣдовать подробнѣе свѣтящихся бактерій, которыхъ я выдѣлилъ изъ воды Екатерининской гавани съ трески, но, которыя въ Петербургѣ почти совершенно уже не свѣтились и поэтому ихъ изслѣдованіе я отложилъ до другого раза.

Въ послѣдніе годы мнѣ нѣсколько разъ доставляли пробы воды и ила [2]) изъ Екатерининской гавани, Ледовитаго океана и Могильнаго озера и я могъ провѣрить постоянное нахожденіе уже извѣстныхъ мнѣ формъ.

Пароходъ экспедиціи „Андрей Первозванный" вышелъ изъ Екатерининской гавани и первую остановку для взятія пробъ воды сдѣлалъ у береговъ о. Кильдина. Во время этой остановки были взяты также пробы воды изъ Могильнаго озера. Отсюда „Андрей Первозванный" пошелъ по кольскому меридіану къ 73°N, дѣлая станціи для взятія пробъ воды въ заранѣе намѣченныхъ пунктахъ. Намѣчены были станціи на основаніи карты распредѣленія теченій, составленной Мурманской экспедиціей [3]), при чемъ выборъ станцій былъ произведенъ съ такимъ расчетомъ, чтобы взятыя пробы были получены какъ изъ вѣтвей Гольфштрема, такъ и холодныхъ теченій, идущихъ изъ Карскаго моря.

Списокъ станцій и ихъ положенія приводится ниже.

---

[1]) Брейтфусъ, Л. Л. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Краткій отчетъ о ея работахъ въ 1906 году. Спб. 1907. стр. 26 сообщеніе Б. Л. Исаченко о бактеріологическихъ изслѣдованіяхъ.

[2]) Пользуюсь случаемъ, чтобы выразить мою искреннюю благодарность глубокоуважаемому товарищу моему К. М. Дерюгину, Е. С. Зиновой и А. В. Вальтеру за доставку мнѣ весьма цѣннаго матеріала для изслѣдованія.

[3]) Отчетъ экспедиціи за 1904 г.

Положеніе.	В р е м я.	Глуб. въ m.	t°C.	S	O'_2	O_2	$\frac{100.O_2}{O'_2}$	Примѣчанія.
Станція—1354.	31/VII (13/VIII)	0	6.55	34.76	—	—	—	Глубина—182 m.
70°30′30″ N.		10	6.55	34.79	6.80	6.83	100.4	Грунтъ—илъ.
36°38′ E.		25	6.31	34.81	—	—	—	
		50	3.57	34.83	—	—	—	
		75	2.02	34.78	7.59	6.90	90.9	
		100	2.40	34.81	—	—	—	
		150	1.96	34.92	7.60	6.75	88.8	
		175	1.89	34.92	7.61	6.64	83.3	
Станція—1356.	»	0	5.95	34.81	—	—	—	Глубина—370 m.
71°48′ N.		10	6.00	34.83	6.88	6.95	101.0	Грунтъ—илъ.
39°00′ E.		25	5.60	34.85	—	—	—	
		50	0.18	34.88	—	—	—	
		75	—0.46	34.88	—	—	—	
		100	—0.89	31.88	—	—	—	
		150	—1.36	34.88	8.29	7.66	92.4	
		200	—1.50	34.88	—	—	—	
		250	—1.52	34.88	8.32	7.53	90.5	
		300	—1.72	34.87	—	—	—	
		360	—1.84	34.87	8.40	7.52	89.5	
Станція—1364.	2/VIII (15/VIII)	0	5.60	34.81	—	—	—	Глубина—256 m.
73°00′ N.		10	5.58	34.81	—	—	—	Грунтъ—илъ.
48°00′ E.		25	4.99	34.81	—		—	
		50	3.83	34.81		—		
		75	2.22	34.90	—	-		
		100	1.05	34.92	—	—	—	
		150	1.30	34.88	7.72	7.02	90.9	
		200	0.65	34.92	—	—	—	
		250	—0.26	34.92	—	—		
Станція—1366.	»	0	6.28	32.25	—	—	—	Глубина—103 m.
71°48′ N.		10	6.00	32.81	—	—	—	Грунтъ—не извѣстенъ.
50°29′ E.		25	1.60	34.13	—	—	—	
		50	—1.00	34.52	—	—	—	
		75	—1.60	34.65	—	—	—	
		100	—1.62	34.65	—	—	—	
Станція—1370.	4/VIII (17/VIII)	0	5.78	34.65	—	—	—	Глубина—68 m.
70°27′ N.		10	5.82	34.63	6.92	6.96	100.6	Грунтъ—не извѣстенъ.
42°20′ E.		25	5.58	34.63	—	—	—	
		50	1.20	34.65	—	—	—	
		65	1.08	34.65	7.78	7.06	90.7	

Положеніе.	Время.	Глуб. въ m.	t°C.	S	O'_2	O_2	$\frac{100.O_2}{O'_2}$	Примѣчанія.
Станція—1372.	5/VII (18/VIII)	0	7.70	34.42	—	—	—	Глубина—180 m.
69°40′ N.		10	7.50	34.43	6.67	6.89	103.3	Грунтъ не извѣстенъ.
34°10′ E.		25	6.98	34.65	—	—	—	
		50	4.45	34.65	—	—	—	
		75	3.48	34.65	7.33	6.82	93.0	
		100	3.48	34.65		—	—	
		150	3.28	34.67	7.36	6.74	91.6	
		175	3.16	34.69	7.38	6.74	91.3	
Станція—1353.	29/VII (11/VIII)	0	8.90	3.46	7.85	7.68	97.8	Грунтъ—черный илъ съ запахомъ H_2S.
Могильное озеро.		1	3.80	3.46	7.86	7.69	97.8	
		2	8.75	3.46	7.87	7.68	97.6	
		3	8·75	3.46	7.87	7.73	98.2	
		4	8.70	3.46	7.88	7.76	98.5	
		5	8.71	3.46	7.88	7.70	97.7	
		6	9.91	12.72	7.27	5.69	78.3	
		7	10.00	21.33	6.89	4.17	60.5	
		8	8.95	25.19	6.87	4.19	61.0	
		9	8.51	27.79	6.83	3.91	57.2	
		10	8.27	28.95	6.81	2.78	40.8	
		11	8.18	29.97	6.78	2.00	29.5	
		12	7.72	31.62	—	—	—	
		13	6.80	31.82	—			
		14	5.81	32.01	—	—	—	
		14½	5.79	32.01	—	—		
		15	5.83	32.00	—	—		

Объясненія.

S — Означаетъ соотвѣтствующія хлору количества всѣхъ солей въ граммахъ, заключающіяся въ 1.000 грам. морской воды, т. е. соленость въ вѣсовыхъ ‰ (promille).

O'_2 — Количество кислорода въ куб. ст., опредѣленное при 0° и 760 mm., которое могло быть растворено изъ воздуха въ 1.000 куб. ст. морской воды на глубинѣ m. при давленіи въ 760 mm. Анализъ по Winkler'у.

O_2 — Количество кислорода наблюдаемое на глубинѣ m., т. е. количество, выраженное въ куб. ст. при 0° и 760 mm., содержащееся въ 1.000 куб. ст. морской воды.

$\frac{100.O_2}{O'_2}$ — Содержаніе кислорода на глубинѣ m., выраженное въ процентномъ отношеніи къ O'_2.

Глава IV.

Объ организмахъ, усваивающихъ свободный азотъ.

Ob es im Meere Organismen pflanzlicher Natur gibt, welche die Fähigkeit haben, bei geeigneter Nahrungs-und Energiezufuhr gasförmigen Stickstoff zu binden und denselben dadurch indirekt auch der Assimilation durch andere Lebewesen zugänglich zu machen.

Benecke und Keutner.

Первое указаніе на существованіе въ водѣ организмовъ, способныхъ усваивать газообразный азотъ, принадлежитъ Бейеринку [1]), нашедшему новый организмъ Azotobacter въ водѣ каналовъ Голландіи и въ пескѣ морскихъ дюнъ.

Первое болѣе подробное изслѣдованіе морскихъ бактерій, усваивающихъ азотъ, принадлежитъ Бенеке и Кеутперу [2]). Для изслѣдованія имъ служилъ или илъ изъ различныхъ мѣстъ Кильской бухты, или же нѣкоторое количество планктона. Тѣмъ или другимъ матеріаломъ засѣвались колбочки со средой Виноградскаго для Clostridium Pastorianum, приготовленной на водѣ Балтійскаго моря. Усвоеніе газообразнаго азота смѣсью формъ, развившихся въ культурахъ, несомнѣнно происходило и количество усвоеннаго азота колебалось между 24,75 и 0,9 мгр. связаннаго азота на 100 к. с. субстрата. Посѣвы изъ ила въ общемъ были удачнѣе, чѣмъ изъ планктона.

Такъ какъ въ культурахъ Azotobacter chroococcum Beyerinck развивался одновременно съ Clostridium Pastorianum Winogradsky, то усвоеніе азота надо было приписать ихъ совмѣстной дѣятельности, тѣмъ болѣе возможной, что развитіе въ культурахъ Azotobacter способствовало

---

[1]) Beyerinck, M. W. Ueber oligonitrophile Mikroben. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. VII. 1901. pag. 561, нашелъ Azotobacter въ водѣ дельфтскихъ каналовъ.

[2]) Benecke, W. und Keutner, J. Ueber stickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee. Vorläuf. Mitteil. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1903. H. 6. pag. 333.

какъ бы развитію Clostridium Pastorianum, создавая для него анаэробныя, до извѣстной степени, условія.

Azotobacter встрѣчался, главнымъ образомъ, въ планктонѣ моря, а Clostridium, отсутствуя въ планктонѣ, встрѣчался, преимущественно, въ нижнихъ слояхъ воды.

Кромѣ Clostridium Pastorianum, въ культурахъ развились Azotobacter chroococcum и двѣ спороносныя формы: Bacillus sp. и Paraplectrum. Нельзя не обратить вниманіе и на то, что въ культурахъ попадались такъ же дрожжи, эти, повидимому, повсюду въ морѣ распространенные организмы.

Воздухъ къ сосудамъ съ культурами иногда пропускался черезъ сѣрную кислоту и ѣдкую щелочь, но, по словамъ авторовъ, это не вліяло на результаты.

Слѣдующей работой, служащей продолженіемъ предыдущей, посвященной распространенію въ морѣ бактерій, связывающихъ азотъ, была статья Кеутнера [1]), касающаяся бактерій ила изъ Кильской бухты и изъ нѣкоторыхъ другихъ мѣстъ: изъ Финляндіи (Hango), съ Борнгольма, Sprogo, Дармутъ, Танга, изъ гавани Tandjong Priok, т. е. изъ Сѣвернаго моря, Индійскаго океана, съ береговъ Африки и Малайскаго архипелага.

Изслѣдованію подверглась, кромѣ того, поверхность различныхъ водорослей, напр., Hydrolapathum sanguineum, Polysiphonia elongata, Cystoclonium purpurascens, Fucus serratus, Laminaria flexicaulis — на всѣхъ нихъ былъ найденъ въ Балтійскомъ морѣ Azotobacter chroococcum.

Изъ Сѣвернаго моря, съ о. Гельголанда, были изслѣдованы: Plocamium coccineum, Furcellaria fastigiata, Desmarestia aculeata, Chondrus crispus, Lithothamnion Sanderi, Fucus serratus, Corallina vulgaris, Delesseria alata, Polyides rotundus, Dictyota dichotoma, Halidrys quadrivalvis, Laminaria saccharina, Scytosiphon lomentarius, Enteromorpha linza, Porphyra laciniata, Ceramium rubrum—на всѣхъ этихъ водоросляхъ тоже былъ найденъ Azotobacter.

Въ планктонѣ Azotobacter былъ найденъ, вообще, чаще, чѣмъ Clostridium. При выдѣленіи Clostridium Pastorianum авторъ наблюдалъ и другіе, сопровождающіе его, виды, какъ напр. Clostridium giganteum аэробную спороносную форму и Paraplectrum, который авторъ считаетъ не безъ всякихъ основаній, весьма сходнымъ съ бактеріей метановаго броженія Омелянскаго или же съ Granulobacter pectinovorum Beiyer. а также др., упомянутыя уже въ предварительномъ сообщеніи, сдѣланномъ отъ имени Бенеке и Кеутнера.

---

[1]) Keutner, J. Ueber das Vorkommen und die Verbreitung stickstoffbindenden Bakterien im Meere. Wissensch. Meeresunt. Neue Folge. Bd. VIII. Abt. Kiel. 1905.

По опытамъ Кеутнера [1]) приростъ азота въ культурахъ Clostridium Pastorianum зависитъ отъ продолжительности культивированія:

черезъ 16 дней	прибыль	N = 5	мгр.	на 200 к. с.
„ 30 „	„	N = 6	„	„ 200 „ „
„ 47 „	„	N = 8½	„	„ 200 „ „

т. е. усвоеніе азота происходитъ, какъ видно изъ этого опыта, главнымъ образомъ первые дни, при чемъ на 16 день приростъ азота бываетъ около половины всего количества азота, усваиваемаго вообще данной культурой. Послѣ 47 дней усвоеніе азота происходитъ уже медленнѣе, а черезъ $^1/_2$ года усвоенія совсѣмъ незамѣтно. Опыты эти были сдѣланы, однако, не съ чистой культурой, что значительно вліяетъ на полученные результаты, лишая ихъ особаго значенія.

Авторъ изслѣдовалъ такъ же вліяніе количества сахара на усвоеніе азота для провѣрки данныхъ Герлаха и Фогель [2]), по которымъ оптимальное количество виноградного сахара для Azotobacter равно 12 гр. на литръ. По опытамъ же Кеутнера съ различнымъ количествомъ виноградпаго сахара (2—8 гр. на 100 к. с.) при 6 гр. развитіе Azotobacter было медленнѣе, усвоеніе же азота шло лучше всего при 2 гр. (2%) винограднаго сахара. При количествѣ сахара отъ 1—4% приростъ азота на литръ можетъ достигнуть 25—30 мгр. (см. таблицу 13 Кеутнера). Къ сожалѣнію и эти опыты Кеутнера были произведены не съ чистыми культурами.

Вліяніе хлористаго натра было спеціально прослѣжено Кеутнеръ, но опять таки не надъ чистыми культурами, неизвѣстнаго, кромѣ того, происхожденія. При этомъ оказалось, что прибавленіе хлористаго натра (1—8%) не задерживаетъ усвоеніе азота, наоборотъ, при 3% усвоеніе азота наибольшее, затѣмъ количество его уменьшается, а при 9 и 10% хлористаго натра уже не происходитъ.

Такъ какъ изъ другихъ опытовъ Кеутнера слѣдовало, что въ средахъ, содержащихъ хлористый натръ, можетъ развиваться Azotobacter, выдѣленный съ суши, то авторъ заключаетъ, что Azotobacter вообще, по своему происхожденію, скорѣе морской организмъ, чѣмъ сухопутный.

Въ слѣдующемъ году появилась работа Кединга [3]) по тому же вопросу. Авторъ признаетъ доказаннымъ, что Azotobacter изъ моря и съ суши идентичны, а поэтому считаетъ возможнымъ распространить

---

[1]) Keutner, l. c. pag. 43 (или pag. 19 въ Inaug. Diss.) таблица опытовъ 12.

[2]) Gerlach und Vogel, Weitere Versuche mit Stickstoffbindenden Bakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. IX. 1902. pag. 819.

[3]) Keding, Max. Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. Separatabd. aus Wissensch. Meeresunt. Abt. Kiel. Neue Folge. Bd. 9. 1906.

результаты изслѣдованій, полученные имъ надъ сухопутными формами, безъ всякихъ ограниченій на морскаго Azotobacter.

Въ Кильской бухтѣ Кедингомъ были изслѣдованы водоросли: Fucus vesiculosus, Ceramium rubrum, Phyllophora Brodiaei, Delesseria alata и sanguinea, кромѣ водорослей, указанныхъ уже Кеутнеръ, и на всѣхъ нихъ найденъ былъ Azotobacter, развившійся въ культурахъ вмѣстѣ съ Clostridium и др. обыкновенными ихъ спутниками.

Относительно вліянія хлористаго натра на процессъ усвоенія азота Кедингъ пришелъ къ нѣсколько иному, чѣмъ Кеутнеръ, выводу, такъ какъ, по его наблюденіямъ, усвоеніе азота лучше всего происходило въ культурахъ, не содержащихъ морской соли, поэтому о благопріятномъ вліяніи морской соли нѣтъ и рѣчи („von einer günstigen Einwirkung des Seesalzes auf Azotobacter ist auch hier nicht die Rede") [1]. Въ этомъ отношеніи его выводъ болѣе сходенъ съ данными Тиле [2]), который говоритъ, что поваренная соль задерживаетъ развитіе Azotobacter.

Результатъ изслѣдованія Кединга надъ Azotobacter изъ ила (Schlick) Балтійскаго моря представленъ графически кривой, при чемъ оказывается, что максимальное усвоеніе азота наблюдается при 2% повар. соли, затѣмъ слабѣе при 1%, значительно слабѣе при 3%, а при 10% совсѣмъ прекращается. Что касается морской соли, то кривая имѣетъ нѣсколько иной видъ: максимальное усвоеніе азота при 3 и 4% морской соли, меньше при 1 и 2%, еще меньше при 5% и ниже при 10%. Подобные результаты были получены такъ же съ формой, выдѣленной изъ земли Ботаническаго сада въ Килѣ.

Кедингъ останавливается на подмѣченномъ всѣми авторами быстромъ отмираніи культуръ Azotobacter и думаетъ, что это зависитъ отъ неподходящихъ средъ, примѣняемыхъ въ лабораторіяхъ, такъ какъ, по наблюденіямъ [3]), развитіе Azotobacter идетъ лучше всего въ почвенной вытяжкѣ. Кедингъ сравниваетъ культуры Azotobacter съ водными культурами растеній. Дѣйствительно въ почвахъ усвоеніе азота большее, чѣмъ въ питательныхъ растворахъ. Къ сожалѣнію, Кедингу чистыя культуры морскаго Azotobacter получить не удалось и онъ работалъ со смѣсью бактерій; культуры же сухопутныхъ Azotobacter ему удались. Въ заключеніе своей работы Кедингъ [4]) поясняетъ, что усвоеніе азота лучше идетъ въ комбинированныхъ культурахъ, чѣмъ въ чистыхъ, когда совмѣстное вліяніе

---

[1]) Keding, l. c. pag. 281.

[2]) Thiele, K. Die Verarbeitung des atmosphärischen Stickstoffs durch Mikroorganismen. Die landw. Versuchstation. Bd. 63. 1905.

[3]) Löhnis, Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 14. 1905. pag. 582.

[4]) Keding, l. c. p. 291.

бактеріальной флоры во всей ея совокупности благопріятствуетъ усвоенію азота („Die grössere Stickstoffanreicherung der Rohkulturen beruht also wahrscheinlich nicht auf der Wirkung einzelner Bakterien, sondern sie ist von dem Zusammenwirken des ganzen Bakterienflora, die sich gewöhnlich in den Azotobacternährlösungen aus Erde etc. entwickelt, abhängig“ [1]).

Такимъ образомъ нѣсколькими изслѣдователями было доказано нахожденіе въ морской водѣ бактерій, способныхъ усваивать газообразный азотъ, въ то же время въ работѣ Натанзона [2]) о вертикальныхъ теченіяхъ въ морѣ появилось указаніе, что ему, не смотря на продолжительныя попытки, не удалось выдѣлить изъ воды и ила Неаполитанскаго залива усваивающихъ азотъ бактерій, почему онъ и полагаетъ, что роль ихъ въ морѣ для обмѣна веществъ равна нулю. Случаи нахожденія Azotobacter въ морѣ онъ считаетъ за „Einfluss des Süsswassers“, совершенно не обращая вниманія на доказанное Кеутнеромъ широкое распространеніе Azotobacter въ моряхъ и океанахъ. Такое отрицательное отношеніе къ результатамъ и выводамъ, полученнымъ учениками Рейнке, не могло остаться безъ отвѣта и Бенеке [3]), ассистентъ и сотрудникъ Рейнке, взялъ на себя задачу провѣрить утвержденіе Натанзона о полномъ отсутствіи Azotobacter въ водѣ и илѣ Неаполитанскаго залива. Ему не трудно было убѣдиться, что Натанзона постигла простая неудача, такъ какъ, въ дѣйствительности, Azotobacter оказался въ Неаполитанскомъ заливѣ широко распространеннымъ организмомъ.

Въ пробахъ ила съ различной глубины отъ 20 до 100 метровъ былъ найденъ имъ типичный Azotobacter. Такое непонятное, казалось, противорѣчіе съ результатами, полученными Натанзономъ, объясняется, какъ думаетъ Бенеке, тѣмъ, что Натанзонъ (судя по его письменному сообщенію) пользовался не маннитной средой, а сахарными растворами, тогда какъ, несомнѣнно, Azotobacter лучше всего развивается на маннитѣ. Такимъ образомъ мы должны признать, что отрицательный результатъ, полученный Натанзономъ, объясняется неудачнымъ выборомъ имъ питательной среды, а слѣдовательно, его опыты, какъ носящіе къ тому же отрицательный характеръ, не могутъ считаться противорѣчащими наблюденіямъ Кеутнера, Кединга и Бенеке.

Доказанное нахожденіе въ морской водѣ организмовъ, усваивающихъ азотъ, должно было поставить на очередь вопросъ объ источникахъ энергіи для этого процесса. Такъ какъ Бенеке, Кеутнеръ и Ке-

---

[1]) Keding, l. c. p. 295.

[2]) Nathansohn, A. Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegung für die Produktion des Planktons im Meere. Abh. der math.-phys. Cl. der Kgl. sächs. Ges. der Wissensch. 1906. Bd. 29. pag. 335.

[3]) Benecke, W. Ueber stickstoffbindende Bakterien aus dem Golf von Neapel. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. XXV. 1907. pag. 1.

дингъ нашли Azotobacter chroococcum въ слизи, покрывающей различныя водоросли (Laminaria, Fucus и др.), то самымъ правдоподобнымъ является предположеніе, что такимъ источникомъ энергіи могутъ служить углеводы водорослей. Эту точку зрѣнія защищаетъ Рейнке, разсматривающій совмѣстное нахожденіе Azotobacter и различныхъ водорослей, какъ извѣстнаго рода симбіозъ.

Симбіозъ между водорослями съ одной стороны и Azotobacter—съ другой, Рейнке [1]) считаетъ явленіемъ аналогичнымъ тому, что мы имѣемъ въ клубенькахъ бобовыхъ. Такъ какъ море вообще бѣдно азотистыми соединеніями, то вполнѣ возможно, что этотъ недостатокъ покрывается тѣмъ азотистымъ соединеніемъ, которое образуетъ Azotobacter на счетъ азота атмосферы. Возможно, что тотъ же симбіозъ существуетъ не только въ морской водѣ, но и въ прѣсной, такъ какъ Azotobacter былъ найденъ, какъ на прѣсноводныхъ организмахъ Spirogyra, Volvox Globator, такъ и на живущей на землѣ Oscillaria [2]). Таковы тѣ основанія, которыя побудили Рейнке высказать свою гипотезу о симбіозѣ водорослей и усваивающихъ азотъ бактерій.

Естественно, что, принявъ точку зрѣнія, объясняющую развитіе морской растительности симбіозомъ съ бактеріями, Рейнке долженъ былъ отказаться отъ гипотезы Брандта, объясняющей, какъ мы знаемъ, развитіе растительности въ сѣверныхъ моряхъ отсутствіемъ въ нихъ денитрифицирующихъ бактерій. Противъ этого взгляда на значеніе Azotobacter для водорослей выступилъ Брандтъ [3]).

По его мнѣнію, Azotobacter лишь столько связываетъ азота, сколько ему необходимо для покрытія собственной потребности. Что же касается избытка какого то азотистаго соединенія, которое вырабатываетъ Azotobacter и, якобы, отдаетъ водорослямъ, на которыхъ онъ встрѣчается, то это лишь предположеніе Рейнке, которое, по словамъ Брандта, „vorläufig vollkommen in der Luft schwebt“ и даже не отличается новизной, какъ думаетъ Рейнке, но было высказано еще раньше Пфефферомъ.

Пфефферъ въ своей „Pflanzenphysiologie“, дѣйствительно, пишетъ. „es drängt sich überhaupt die Frage auf, ob nicht etwa Algen und Bakterien in diesen und anderen Fällen in eine innige Berührung, in eine Contactsymbiose treten, in welcher durch Wechselwirkungen der Austausch erleichtert, veranlasst und regulirt wird“ [4]).

---

[1]) Reinke, J. Symbiose von Volvox und Azotobacter. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. XXI. 1903. pag. 481.

[2]) Fischer, Hugo. Ueber Symbiose von Azotobacter mit Oscillarien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XII. 1904. pag. 267.

[3]) Brandt, K. Ueber die Bedeutung der Stickstoffverbindungen für die Produktion im Meere. Beihefte zum Bot. Centr. Orig. Arb. Bd. XVI. 1904. pag. 383.

[4]) Pfeffer, W. Pflanzenphysiologie. I Bd. 1897. p. 386.

Хотя Брандтъ и указываетъ на физіологію Пфеффера, гдѣ мысль о симбіозѣ бактерій и водорослей высказана была раньше Рейнке, но мы, въ свою очередь, должны замѣтить, что и въ книгу Пфеффера эта мысль попала изъ работы русскаго ученаго П. С. Коссовича [1]), который первый заговорилъ о симбіозѣ почвенныхъ бактерій и водорослей, подобномъ симбіозу бобовыхъ съ клубеньковой бактеріей. При чемъ Коссовичъ совершенно правильно, въ согласіи со всѣмъ тѣмъ, что мы теперь знаемъ о бактеріяхъ, усваивающихъ азотъ, указалъ также на то, что бактеріи при этомъ пользуются углеводами водорослей.

Несомнѣнно также, что Коссовичъ совершенно правильно, опять-таки въ согласіи со всѣмъ тѣмъ, къ чему теперь болѣе или менѣе приходятъ и другіе изслѣдователи, указалъ, что „студенистая оболочка, выдѣляемая нѣкоторыми водорослями, представляетъ для бактерій легко доступную пищу“, и подмѣтилъ, что вліяніе сахара въ культурахъ съ водорослями [2]) болѣе слабо, чѣмъ безъ водорослей.

Такимъ образомъ, теорія Рейнке о симбіозѣ водорослей и азотъ усвояющихъ организмовъ навѣяна работами Коссовича и мыслями, высказанными имъ еще въ 1894 году. Въ новыхъ наблюденіяхъ надъ организмами, усваивающими азотъ, Рейнке нашелъ болѣе опредѣленныя данныя, позволившія ему развить теорію о симбіозѣ водорослей и бактерій.

Для выясненія связи между бактеріями и водорослями важное значеніе имѣетъ вопросъ о томъ, какія вещества могутъ служить источникомъ энергіи для бактерій, развивающихся на водоросляхъ. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что недостатка въ такихъ веществахъ ожидать нельзя.

Мютеръ и Толленсъ [3]) съ помощью гидролиза показали, что въ водоросляхъ (Laminaria) находятся маннитъ, арабиноза и галактанъ. То же самое было ими указано для Laminaria digitata съ Гельголанда, тогда какъ Беттельсъ [4]), наоборотъ, не нашелъ маннита, но фруктозу, глюкозу, арабинозу и ксилозу. Стоклаза [5]), въ свою очередь, нашелъ, что морскія водоросли богаты фурфуроидами и метилъ-пентозами, а эти вещества, особенно фурфуроиды—по его словамъ—болѣе всего и вліяютъ на усвоеніе азота Azotobacter.

---

[1]) Kossowitsch, P. Untersuchungen über die Frage ob die Algen freien Stickstoff fixiren. Botan. Zeit. Abt. I. T. 52. 1894. pag. 115.

Коссовичъ, П. С. Изслѣдованіе по вопросу, могутъ ли водоросли усвоять свободный азотъ. Труды И. Спб. Общ. Естеств. Т. XXVI. 1896. стр. 28.

[2]) Коссовичъ, П. С. l. c. стр. 26.

[3]) Müther und Tollens, Ueber der Hidrolyse von Seetang (Fucus) Laminaria und Carragheen-Moss. Berichte der d. chem. Ges. Bd. 37. 1904. pag. 298 и 306.

[4]) Bethels, Joseph. Die Kohlenhydrate der Meeresalgen und daraus hergestelter Erzeugnisse. In. Diss. Münster. 1905.

[5]) Stoklasa. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXI, 1908, pag. 484.

Гансъ и Эрнестъ Прингсхеймъ [1]) поставили опыты съ Clostridium Americanum и Azotobacter chroococcum, культивируя ихъ вмѣстѣ съ Bacillus gelaticus Gran. Своими опытами они надѣялись выяснить пригодность агара, переведеннаго въ растворимое состояніе Bacillus gelaticus (тоже, какъ извѣстно, морской формой), въ качествѣ источника энергіи для развивающихся на водоросляхъ бактерій. Опыты Прингсхеймовъ оказались удачными и прибыль азота на 1 гр. агара равнялась 15,4 мгр., при прибавленіи къ агару дектрозы усвоеніе азота шло, однако, лучше (до 26,6 мгр.).

Собственныя изслѣдованія.

Чтобы выяснить, встрѣчаются ли усваивающіе азотъ организмы въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ, мною были поставлены сначала слѣдующіе опыты, носившіе предварительный характеръ:

14 іюля 1906 года въ Екатерининской гавани, вблизи зданій Мурманской экспедиціи, послѣ отлива, сейчасъ же за спадомъ воды, стерилизованнымъ платиновымъ шпателемъ была соскоблена слизь съ нѣсколькихъ экземпляровъ Fucus sp., оставшихся на берегу. Вода съ Fucus только что стекла и платиновыми шпателями легко было соскоблить съ ихъ поверхности нѣкоторое количество слизи.

Посѣвы слизью были произведены: на среду Виноградскаго для Clostridium Pastorianum, приготовленную согласно данному имъ рецепту (безъ прибавленія 3—3,5% морской соли или хлористаго натра) и на среду Бейеринка для Azotobacter съ маннитомъ, но тоже безъ прибавленія морской соли и безъ хлористаго натра. Эти посѣвы остались безъ результатовъ, такъ какъ ни Azotobacter, ни Clostridium въ культурахъ не развились.

18 іюля 1906 года въ такую же среду Виноградскаго для Clostridium была положена часть пробы грунта, взятаго на станціи 1315 съ глубины 89 метровъ. (Мѣстонахожденіе этой станціи 70°00′N, 52°00′E, время взятія пробы 28 іюня 1906 года, грунтъ глина). Этотъ посѣвъ остался точно такъ же безъ видимаго результата. Что храненіе пробы въ теченіе 3 недѣль не могло замѣтно отразиться на жизнеспособности организмовъ, будетъ видно изъ дальнѣйшаго.

18 іюля 1906 года въ Екатерининской гавани съ лодки, приблизительно посрединѣ гавани, ближе къ Біологической станціи, взята планктонной сѣткой Apstein'a № 20 проба планктона. Часть добытаго планктона положена была въ колбочку со средой Бейеринка (агаровой)

---

[1]) Pringsheim Hans und Ernst. Ueber die Verwendung von Agar-Agar als Energiequelle zur Assimilation des Luftstickstoffs. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXVI. 1910. pag. 227.

для Azotobacter, но тоже безъ NaCl и морской соли. На поверхности агара появился рядъ колоній, среди которыхъ колоніи Azotobacter не были обнаружены.

Такъ какъ всѣ эти опыты давали отрицательный результатъ: развитія Clostridium или Azotobacter въ посѣвахъ не наблюдалось первые дни и причину этого, прежде всего, надо было искать въ неподходящей для развитія этихъ организмовъ средѣ, то въ послѣдующихъ опытахъ—я сталъ примѣнять среды съ 3 или 3,5% морской соли или хлористаго натра.

Результаты сразу получились другіе.

22 іюля 1906 г. въ колбочку со средой Бейеринка для Azotobacter съ маннитомъ (2%) и водой изъ Екатерининской гавани былъ брошенъ маленькій кусочекъ Fucus. Колбочка поставлена въ термостатъ, температура въ которомъ днемъ была около 35° Ц., а на ночь лампа подъ термостатомъ гасилась и температура постепенно опускалась до 15° Ц. Въ колбочкѣ черезъ 3 дня началось броженіе и тогда же на поверхности появилась морщинистая пленка. Среди бактерій, образующихъ эту пленку, я впервые тогда подмѣтилъ типичныя клѣтки Azotobacter и на днѣ Clostridium. Къ сожалѣнію, довезти эту культуру до С.-Петербурга мнѣ не удалось, такъ какъ колбочка при запаиваніи лопнула.

Во время рейса „Андрея Первозваннаго" къ 73° сѣверной широты и оттуда къ берегамъ Новой Земли мною были собраны (30 VII. 1906) на берегахъ о. Кильдина и вблизи Новой Земли совершенно свѣжіе экземпляры Fucus и Laminaria, положены между стерилизованной фильтровальной бумагой (сложенной въ видѣ двойныхъ конвертовъ) и совершенно высушены, при чемъ, само собой разумѣется, было обращено вниманіе на устраненіе возможности загрязненія извнѣ высыхающихъ растеній зародышами, носящимися въ воздухѣ. Поэтому, когда кусочки листьевъ были высушены, то они для перевозки въ Петербургъ были переложены пинцетомъ въ стерилизованныя чашечки Петри среди лежавшей въ нихъ стерилизованной шведской бумаги. Можно было опасаться вреднаго вліянія высушиванія, но приходилось мириться съ этимъ и послѣдствія показали, что въ общемъ все обошлось благополучно. Azotobacter оказался, какъ это было подмѣчено другимъ наблюдателемъ [1]), мало чувствительнымъ къ высушиванію и послѣ 5-мѣсячнаго высушиванія водорослей на ихъ поверхности сохранились совершенно

[1]) Такъ Кедингъ указываетъ, что Azotobacter chroococcum переноситъ высушиваніе въ продолженіе 11 мѣсяцевъ, не теряя способности усваивать газообразный азотъ. (Keding, M. Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. Wissensch. Meeresunt. N. F. 9. Kiel. 1908. p. 33).

жизнеспособныя клѣтки[1]). Возможно, что такая устойчивость Azotobacter зависитъ отъ строенія стѣнокъ, довольно толстыхъ и защищенныхъ слизистымъ покровомъ.

Въ лабораторіи въ Петербургѣ была приготовлена для культуры Azotobacter среда съ морской солью:

Невская вода	100 к. с.
K_2HPO_4	0,02 гр.
Маннитъ	2 „
Морская соль	3,5 „
$CaCO_3$	въ осадкѣ

Питательная среда разлита по эрленмейеровскимъ колбочкамъ и простерилизована. Въ термостатѣ при 30° Ц. на 3-й день послѣ посѣва появилась слизистая, тянущаяся въ длинныя нити, пленка, среди которой, мѣстами, были замѣтны бѣлые островки (въ 0,5 мил.), образованные шарообразными скопленіями организмовъ, совершенно схожихъ, даже при поверхностномъ разсматриваніи, съ Azotobacter. На 9-й день послѣ посѣва пленка потемнѣла. Первой своей задачей я поставилъ полученіе чистой культуры Azotobacter, такъ какъ первымъ изслѣдователямъ морскихъ Azotobacter это не удалось. Получить усвоеніе азота, именно, въ чистыхъ культурахъ мнѣ представлялось необходимымъ, чтобы не возникало сомнѣніе въ томъ, что въ культурахъ усвоеніе азота производитъ дѣйствительно, Azotobacter, а не другой организмъ. Слизистая пленка была образована скопленіями длинныхъ палочекъ (длиною до 7μ. при ширинѣ въ 2μ., слегка заостренныхъ по концамъ). Внутри этихъ палочекъ находилась продолговатая спора до 2μ. длины при 1μ. ширины, казавшаяся слегка зеленоватаго цвѣта. Пересѣвъ, сдѣланный изъ пленки, изъ мѣстъ, гдѣ было скопленіе клѣтокъ, схожихъ съ Azotobacter, на новую среду и наконецъ на косо застывшій агаръ, далъ, послѣ нѣсколькихъ пересѣвовъ, въ конечномъ результатѣ совершенно чистую культуру Azotobacter chroococcum Beyer., состоящую изъ округлыхъ клѣтокъ въ 5 μ. діаметромъ (при послѣдующихъ пересѣвахъ эта форма стала мельчать и по прошествіи 2 мѣсяцевъ я находилъ въ культурахъ, даже въ свѣже приготовленныхъ, лишь клѣтки въ 1—2 μ.).

Форма клѣтокъ, ихъ соединеніе другъ съ другомъ попарно (бисквитообразно), характерная зернистость клѣтокъ — вся эта совокупность признаковъ позволяла, не боясь ошибки, сдѣлать заключеніе, что у насъ дѣйствительно имѣется типичный Azotobacter.

[1]) Отъ А. А. Еленкина я получилъ впослѣдствіи обломки сухихъ листьевъ Laminaria съ береговъ Мурмана; на нихъ мною былъ найденъ и полученъ въ культурахъ Azotobacter, несмотря на то, что водоросли пролежали въ гербаріи 6 мѣсяцевъ.

Такія же типичныя клѣтки Azotobacter до 2μ. въ діаметрѣ получались и тогда, когда посѣвъ кусочками водорослей дѣлался на среду Бейеринка [1]), нѣсколько имъ видоизмѣненную:

Воды + 3,5% NaCl	100 к. с.
Молочнокислаго кальція	2 гр.
Фосфорнокислаго калія	0,05 „

При температурѣ въ 30° Ц. на этой средѣ появлялся Azotobacter на второй день.

Для послѣдующихъ культуръ Azotobacter я остановился исключительно на первой средѣ Бейеринка, на которой Azotobacter развивался превосходно, покрывая пленкой поверхность всего субстрата. Размѣры клѣтокъ и расположеніе ихъ у Azotobacter вообще различны, какъ это въ послѣднее время подтвердилъ Бартель [2]). Первое время въ культурахъ появляются желтоватыя сарцинообразныя стадіи. Въ среднемъ (изъ нѣсколькихъ измѣреній) размѣры клѣтокъ въ первыхъ культурахъ были равны 4,5—5μ. Какъ въ молодыхъ культурахъ, такъ и въ старыхъ, мнѣ не пришлось наблюдать подвижныхъ формъ (рис. 6). Постепенно Azotobacter мельчалъ и въ старыхъ культурахъ большинство клѣтокъ имѣло 2—3μ., а позже даже 1μ. и какъ рѣдкое исключеніе попадались прежнія въ 5μ. клѣтки [3]). Въ пересѣвахъ на агаръ Azotobacter образовалъ круглыя слегка буровато-желтыя колоніи, которыя почти не увеличивались въ размѣрахъ. Темнаго окрашиванія колоній, подмѣченнаго нѣсколькими изслѣдователями и подробно описаннаго впослѣдствіи Омелянскимъ [4]), когда моя работа была уже закончена, наблюдать мнѣ не пришлось, но измѣненіе цвѣта изъ буровато-желтаго въ буровато-коричневый наблюдалось въ старыхъ культурахъ на косо застывшемъ агарѣ.

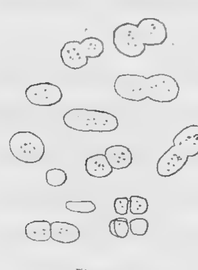


Рис. 6.

Внутри клѣтокъ Azotobacter находятся мелкія включенія, придающія имъ зернистое строеніе. Испытавъ дѣйствіе метиленовой синьки, сѣрной кислоты, слабыхъ и крѣпкихъ растворовъ щелочей, я пришелъ къ убѣжденію, что ближе всего эти зернышки приближаются къ метахромати-

---

[1]) Beijerinck, M. W. Binding van vrije atmospherische stickstof doar Azotobacter in reinkultuur. Versl. der wisen. natuurk. afdeel. kon. Akad. van Wetenschappen. Amsterdam. 1908.

[2]) Bartel, Chr. Bodenbakteriologische Untersuchungen. Centr. f. Bakt. II Abt. XXV, 1909.

[3]) Это мое наблюденіе противорѣчитъ тому, что говоритъ Тиле.

[4]) Omeliansky, W. und Sseverova, O. Die Pigmentbildung in Kulturen des Azotobacter chroococcum. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXIX. 1911. pag. 643.

ческимъ тѣльцамъ, столь распространеннымъ у водорослей, дрожжей и грибовъ [1]).

Моей ближайшей задачей послѣ полученія чистыхъ культуръ Azotobacter являлось выясненіе способности ихъ усваивать азотъ, чтобы не возникало сомнѣнія въ томъ, что выдѣленный мною организмъ дѣйствительно принадлежитъ къ поглощающимъ газообразный азотъ. Для опредѣленія усвоеннаго азота я примѣнилъ методъ Кьельдаля-Іодльбауеръ и результаты анализа культуръ изображены въ таблицѣ. Какъ видно изъ этой таблицы въ среднемъ на 100 к. с. усвоеніе азота доходитъ до 5 миллиграмовъ.

Опредѣленіе азота въ культурахъ до титрованія включительно производилось въ одинъ и тотъ же день. При всѣхъ опытахъ часть колбочекъ съ питательной средой засѣвалась, но потомъ стерилизовалась, эти колбочки служили для контроля при вычисленіи прибыли азота. Окисленіе органическаго вещества сѣрной кислотой производилось въ косо поставленной колбѣ, при чемъ прибавлялось 1—2 капли ртути. Содержимое колбы чернѣло, потомъ просвѣтлялось и тогда нагрѣваніе продолжалось еще 15—20 минутъ. Вся эта операція брала довольно много времени, иногда до 5 часовъ, такъ какъ напоръ газа въ лабораторіи былъ довольно слабъ, а питательная среда содержала сравнительно много органическаго вещества, обыкновенно, не разложеннаго. По окончаніи окисленія содержимое колбы переливалось въ другую колбу, соединенную съ колѣнчато-изогнутой трубкой. Въ эту колбу наливался растворъ ѣдкаго натра (уд. вѣсъ 1,374). Перегонка безъ холодильника производилась до тѣхъ поръ, пока въ колбѣ оставалось меньше половины перегоняемой жидкости.

Въ качествѣ индикатора служилъ растворъ метилъ-оранжа (0,02 гр. на 100 к. с. дест. воды). Титрованіе производилось $n/_{10}$ сѣрной кислоты, титръ которой устанавливался и провѣрялся передъ каждой серіей опытовъ. Число опредѣленій не играло особой роли, такъ какъ задачей изслѣдованія было лишь установленіе факта усваиванія газообразнаго азота культурами выдѣленныхъ организмовъ, поэтому для каждой серіи однороднаго происхожденія дѣлалось 2—3 опредѣленія [2]), а число культуръ, взятыхъ для каждаго опыта, равнялось всегда 4 (2 куль-

[1]) Подробное изслѣдованіе этихъ тѣлъ мною передано ученику моему И. П. Гиляровскому, оно будетъ изложено въ работѣ его, приготовленной къ печати. (Къ морфологіи Azotobacter chroococcum. Бот. Зап. СПБ. Унив.).

[2]) Число опредѣленій зависѣло отъ количества питательной среды; такъ для нѣкоторыхъ опытовъ примѣнялись маленькія колбочки съ 20 куб. с. среды, тогда для анализа бралось или 5 к. с. среды или же вся среда; въ тѣхъ же случаяхъ, когда опытъ дѣлался въ колбѣ съ 100—200 к. с. среды, изъ большей колбы бралась для анализа только часть=20 куб. сант.

туры съ посѣвами и 2 контрольныхъ). Если посѣвъ былъ сдѣланъ въ сосудъ, заключающій 200 куб. с. питательной среды, то опредѣленіе азота дѣлалось, иногда, черезъ извѣстные промежутки (напр. на 10, 14 и 21 день), при этомъ изъ культуры стерилизованной пипеткой насасывалось 20 куб. с. среды, которая, затѣмъ для анализа раздѣлялась на 2 порціи по 10 куб. с. Если изъ какой нибудь колбы бралось для опредѣленія азота двѣ или больше навѣски, то выводилось среднее изъ этихъ опредѣленій азота.

№№ серій.	Продолжительность опыта въ дняхъ.	Найденное количество азота въ мгр. на литръ.	Начальное количество азота въ мгр. на литръ.	Прибыль азота въ мгр. на литръ.
1	10	33,6	3,5	30,1
—	14	37,8	3,5	34,3
—	21	68	3,5	64,5
2	10	19,7	2,8	16,9
3	10	42,2	2,8	39,4
—	21	85,4	2,8	82,6
4	21	61,8	3,1	58,7
5	21	55,2	3,1	52,1
6	21	36,9	3,7	33,2
7	21	52,5	3,7	48,2
8	21	47,0	3,8	73,2

Такимъ образомъ наименьшее количество усвоеннаго азота въ теченіе 10 дней на 2 гр. маннита было = 1,69 мгр., наибольшее количество = 3,94 мгр. Въ теченіе 21 дня наименьшее количество усвоеннаго азота равнялось 3,32 мгр., а наибольшее 8,26 мгр.

Въ тѣхъ культурахъ, которыя были приготовлены для выдѣленія Azotobacter, развился и Clostridium Pastorianum [1]), несмотря на то, что культуры стояли въ завѣдомо аэробныхъ условіяхъ, такъ какъ въ аэробныхъ культурахъ создавались условія, подходящія для развитія анаэробныхъ организмовъ (рис. 7), благодаря пышному развитію бактеріальной пленки, состоящей изъ аэробныхъ организмовъ. Наблюдая развитіе въ аэробныхъ условіяхъ формъ несомнѣнно анаэробныхъ, не развивающихся въ чистыхъ культурахъ при доступѣ, хотя бы небольшихъ количествъ кислорода, и видя, что въ аэробныхъ условіяхъ въ нечистыхъ культурахъ развитіе ихъ идетъ прекрасно, нельзя не вспомнить, что еще Виноградскій [2]), выдѣляя Clostridium Pastorianum, говорилъ: „экспере-

[1]) Barthel, Chr. Bodenbakteriologische Untersuchungen. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXV, 1909 наблюдалъ, что на маннитовыхъ средахъ появлялись маслянокислыя формы.

[2]) Виноградскій, С. Н. Объ усвоеніи свободнаго азота атмосферы микробами. Архивъ біол. наукъ. Т. III. 1895. Стр. 325.

ментируя съ нечистою культурою, соотвѣтственно составленною, мы довольно близко подходимъ къ естественнымъ условіямъ процесса, и во всякомъ случаѣ гораздо ближе, чѣмъ въ опытахъ съ чистыми культурами, которыя встрѣчаются только въ нашихъ лабораторіяхъ".

Несомнѣнно, что въ этихъ, „нечистыхъ", „соотвѣтственно составленныхъ", „смѣшанныхъ" культурахъ условія для развитія организмовъ болѣе приближаются къ естественнымъ, чѣмъ въ „чистыхъ" культурахъ, назначеніе которыхъ и не заключается въ воспроизведеніи естественныхъ условій. Несомнѣнно, что въ первыхъ посѣвахъ развиваются преимущественно тѣ организмы, которые въ естественныхъ условіяхъ состав-



Рис. 7. Clostridium Pastorianum и Bacillus α Виноградскаго (фотогр. съ живыхъ бактерій) ув. 2000.

ляютъ своеобразное „сообщество" или „ассоціацію", въ которой каждый членъ надѣленъ какой нибудь особой ему свойственной функціей. Такія „сообщества" въ бактеріальныхъ культурахъ мы наблюдаемъ довольно часто и видимъ, что и въ природѣ наблюдается, такое же распредѣленіе бактерій по „сообществамъ".

Что касается нечистыхъ культуръ анаэробныхъ организмовъ, а въ частности интересующаго насъ Clostridium Pastorianum, то извѣстно, что Виноградскій [1]) замѣчалъ, что въ культурахъ постоянно встрѣчались одни и тѣ же организмы, сопутствующіе Clostridium; во первыхъ—бациллъ тонкій, образующій споры въ конечныхъ вздутіяхъ (такъ называемый бациллъ β) и во вторыхъ толстый бациллъ въ видѣ цѣпочекъ округлыхъ членниковъ (бациллъ α). Когда, сначало Бенеке и Кеутнеръ

[1]) Виноградскій, l. c. стр. 307.

вмѣстѣ [1]), а потомъ Кеутнеръ [2]) одинъ, выдѣляли Clostridium изъ морского ила въ Килѣ, то имъ пришлось подмѣтить, что въ культурахъ развивались спороносныя формы, которыя можно, до извѣстной степени, отождествлять съ организмами встрѣчавшимися у Виноградскаго въ его культурахъ Clostridium Pastorianum.

На рисункѣ 3d Бенеке и Кеутнеръ изобразили чрезвычайно тоненькую палочку со спорой на концѣ тѣла (рис. 5d. Кеутнера). Эту палочку они называютъ Paraplectrum. Форму въ родѣ этой пришлось наблюдать и мнѣ въ моихъ культурахъ, при чемъ длина этой палочки достигала иногда значительной величины, выходя за предѣлы поля зрѣнія микро-



Рис. 8 (увел. 2000).

скопа. Такъ что невольно приходило на память сравненіе этой формы съ Bacterium Laminariae, полученной еще въ 1888 году Билле [3]) съ ламинарій изъ Атлантическаго океана. На одномъ изъ концовъ длинной палочки можно было замѣтить спору. Если спора находилась по срединѣ нити, то возлѣ споры можно было подмѣтить перегородочку и такимъ образомъ оказывалось, что и въ этомъ случаѣ спора все же лежитъ на концѣ отдѣльнаго членика.

На микрофотографіи (рис. 8) представлена палочка, у которой можно подмѣтить три споры, при чемъ двѣ споры лежатъ рядомъ, но разсмотрѣвъ препаратъ можно замѣтить, что здѣсь соприкасаются спо-

[1]) Benecke und Keutner, l. c. pag. 338.

[2]) Keutner, l. c. pag. 17.

[3]) Billet, A. Sur le cycle évolutif et les variations morphologiques d'une nouvelle Bactériacée marine, Bacterium Laminariae. Compt. Rend. de l'Ac. des Sc. Vol. 106. 1888. pag. 293.

рами двѣ клѣточки (рис. 9). Я сдѣлалъ нѣсколько попытокъ получить этотъ организмъ въ чистой культурѣ на агарѣ для Azotobacter, но попытки въ этомъ направленіи не удались, а Бенеке и Кеутнеръ говорятъ, что имъ тоже не удалось выдѣлить подобную форму изъ смѣси; отвлеченный другими опытами по этой же работѣ, я не нашелъ возможнымъ продолжать попытки выдѣленія этого организма.

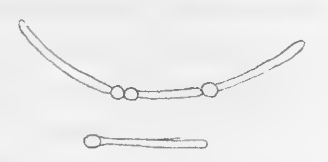


Рис. 9.

Другая форма, дававшая въ культурѣ веретенообразныя клѣтки и образующая совершенно такія же инволюціонныя формы, какъ тѣ, что встрѣчаются у Bacillus radicicola [1]), принадлежатъ къ спороносным формамъ (рис. 10), схожа до извѣстной степени съ Bacillus α Виноградскаго и, мнѣ кажется, схожей съ формой, изображенной подъ a, b, c на

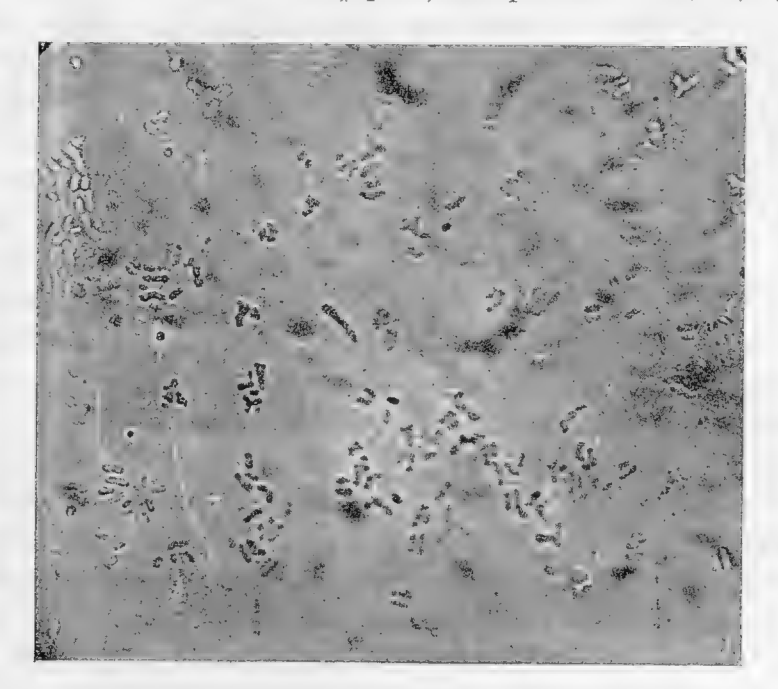


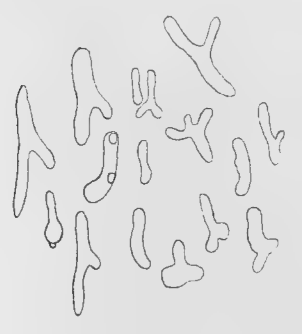
Рис. 10. (Фотогр. живыхъ бактерій при увел. въ 2000).

рис. 5 Кеутнера. Выдѣлить ее въ чистыхъ культурахъ было не трудно съ помощью посѣвовъ по косо застывшему агару (съ 3,5% NaCl).

[1]) Heinze (Einige Berichtigungen und weitere Mitteilungen zu der Abhandlung: «Ueber die Bildung und Wiederverarbeitung von Glykogen durch niedere pflanzliche Organismen». Centr. f. Bact. 2 Abth. Bd. XIV. 1905. pag. 79) говоритъ, что ему приходилось въ культурахъ Azotobacter наблюдать бактероиды, тождественныя съ бактероидами Bacillus radicicola. Я никогда не наблюдалъ у Azotobacter такихъ формъ и думаю, что скорѣе всего они были образованы какими нибудь другими организмами, въ родѣ встрѣчавшихся напр. и въ моихъ культурахъ.

Процессъ спорообразованія на агарѣ у этой формы начинается, обыкновенно, первые 24 часа, а черезъ 48 часовъ почти вся культура состоитъ изъ споръ. Весь процессъ развитія происходитъ при аэраціи, образованіе инволюціонныхъ формъ, ничѣмъ не отличающихся отъ бактероидовъ Bacillus radicicola, происходитъ тоже при полномъ доступѣ воздуха (рис. 11).

Такимъ образомъ нѣтъ ничего невѣроятнаго въ предположеніи, что этимъ формамъ принадлежитъ главная роль въ созданіи, по крайней мѣрѣ въ культурахъ, въ нижележащихъ слояхъ жидкости анаэробныхъ условій, при которыхъ можетъ происходить развитіе Clostridium Pastorianum. Что касается способности этой аэробной формы усваивать газообразный азотъ, то Кеутнеръ [1]) говоритъ, что въ чистыхъ ея культурахъ онъ не наблюдалъ усвоенія азота, поэтому роль этого организма въ томъ сообществѣ, которое онъ образуетъ съ Clostridium Pastorianum заключается въ поглощеніи кислоты и созданіи условій, необходимыхъ для развитія Clostridium.


Рис. 11.

Мои наблюденія надъ способностью этого организма усваивать газообразный азотъ были сдѣланы въ аэробныхъ условіяхъ въ эрленмейеровскихъ колбочкахъ, въ которыя была налита тонкимъ слоемъ питательная среда Бейеринка для Azotobacter съ 3,5% NaCl. Опредѣленіе азота было сдѣлано по Кьельдаль-Іодльбауеръ; нужно признать, однако, что взятый мѣсячный срокъ былъ въ данномъ случаѣ излишенъ, такъ какъ развитіе бацилла шло энергично только первые семь дней, а позже въ культурѣ встрѣчались споры и единичныя вегетативныя формы.

Въ нѣкоторыхъ культурахъ (4 изъ 7) несомнѣнно наблюдалась прибыль азота. Количество усвоеннаго азота было сравнительно велико, такъ что пренебрегать имъ нельзя (сосудъ 233 далъ прибыль азота на 4 куб. сант. среды—0,00042, что при перечисленіи на литръ дастъ прибыль азота 10,5 мгр. [2]). Если даже допустить, что это число слишкомъ велико и не придавать ему особаго значенія, все же усвоеніе азота этой формой отрицать я не могу.

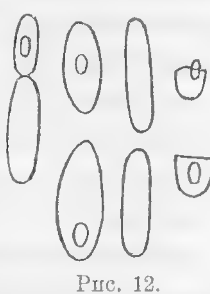
Встрѣчавшійся въ культурахъ съ аэробными организмами Clostridium прекрасно развивался вмѣстѣ съ ними. Его развитіе было замѣтно по ясно выраженному маслянокислому броженію, сопровождающемуся выдѣленіемъ пузырьковъ газа, сильнымъ запахомъ масляной кислоты и

---

[1]) Keutner, l. c. pag. 19.

[2]) Этотъ анализъ сдѣланъ слушательницей моей А. Е. Газіевой за что приношу ей глубокую благодарность.

постепеннымъ раствореніемъ углекислой извести. Образованіе газа было иногда настолько сильное, что небольшіе кусочки водоросли, служившей посѣвнымъ матеріаломъ, покрытые пузырьками газа, подпимались до поверхности бродящей жидкости и затѣмъ, продержавшись здѣсь нѣкоторое время, опускались на дно колбы. Подъ микроскопомъ въ препаратѣ изъ осадка со дна колбы можно было найти Clostridium во всѣхъ стадіяхъ развитія (рис. 12), начиная отъ цилиндрическихъ палочекъ (2—3 μ. длиной и 1,5 μ шириной) и типичныхъ для этой формы клостридіевъ, кончая спорами, лежащими въ треугольной съ закругленными концами капсулѣ (спорангій). Послѣ нѣсколькихъ пересѣвовъ на среду Виноградскаго для Clostridium Pastorianum (при чемъ количество NaCl было увеличено до 3,5%)


Рис. 12.

дестиллированной воды		1.000 к. с.
фосфорнокислаго калія		1 гр.
сѣрнокислаго магнія		0,5 „
хлористаго натрія		35 „
сѣрнокислаго желѣза } „ марганца }		0,01—0,02 гр.
виноградного сахара		20 гр.
углекислой извести въ осадкѣ,		

я не могъ въ культурѣ подмѣтить другихъ формъ, кромѣ Clostridium и спороносныхъ палочекъ. Культуры были вполнѣ очищены отъ Azotobakter.

Для большей увѣренности въ этомъ культура была нагрѣта въ водяной банѣ до 60°Ц.

Посѣвы изъ прогрѣтой такимъ образомъ культуры я ставилъ обыкновенно подъ колоколъ, черезъ который проходилъ воздухъ, очищенный сѣрной кислотой, ѣдкимъ кали и пирогаловой кислотой. Чистыхъ культуръ Clostridium я не получалъ. Усвоеніе азота было провѣрено анализомъ надъ нѣсколькими серіями, при чемъ прибыль азота была, сравнительно съ полученной другими изслѣдователями, не велика, по мои культуры были довольно старыми и не могли считаться особенно энергичными.

№ серіи.	Прибыль азота [1]).	№ серіи.	Прибыль азота.
I	0,5 мгр.	II	7,5 „
I	4,2 „	III	5,6 „
II	3,7 „	III	2,1 „

[1]) Каждое опредѣленіе сдѣлано въ данномъ случаѣ надъ всей культурой, содержавшей по 100 к. с. питательной среды. Разница между прибылью азота въ двухъ сосудахъ одной и той же серіи довольно значительна, что объясняется, можетъ быть, потерей при выпариваніи питательной среды до 1/5 объема.

И такъ изслѣдованіе поверхности водорослей, добытыхъ непосредственно изъ Ледовитаго океана у береговъ Мурмана, на островѣ Кильдинѣ и у береговъ Новой Земли, обнаружило распространеніе въ океанѣ азотъ усваивающихъ организмовъ. Очевидно, что на поверхности водорослей въ слизи, покрывающей ихъ органы, развивается Azotobacter, находя здѣсь для себя необходимыя питательныя вещества; что касается Clostridium, то сказать съ увѣренностью то же самое я не могу. Возможно, что его нахожденіе на поверхности водорослей носитъ болѣе случайный характеръ. Обращаетъ на себя вниманіе фактъ совмѣстнаго существованія морскихъ водорослей и бактерій, отмѣченный уже Рейнке [1]). Въ этомъ фактѣ мы видимъ распространеніе въ морѣ явленія, указаннаго уже для почвенныхъ и прѣсноводныхъ организмовъ.

Это явленіе заставляетъ обратить на себя вниманіе при изслѣдованіи способности водорослей къ усвоенію газообразнаго азота. Какъ извѣстно—въ свое время Франкъ [2]) утверждалъ, что различныя водоросли (главнымъ образомъ сине-зеленыя) обладаютъ способностью усваивать газообразный азотъ. Это утвержденіе нашло подкрѣпленіе въ работѣ Шлезинга и Лорана [3]) надъ Nostoc, находившемся, по ихъ словамъ, „почти въ чистой культурѣ".

И только П. С. Коссовичемъ [4]) разъяснено, что усвоеніе азота водорослями самостоятельно въ чистыхъ культурахъ не наблюдается, но несомнѣнно происходитъ тогда, когда они находятся въ смѣси съ почвенными бактеріями.

Такимъ образомъ на основаніи всѣхъ этихъ наблюденій ясно, что водоросли и бактеріи представляютъ такое сообщество, которое, по всѣмъ вѣроятіямъ, можетъ существовать на счетъ атмосфернаго азота. Это явленіе наблюдается безразлично, какъ у сухопутныхъ водорослей, такъ и у морскихъ и прѣсноводныхъ. Спрашивается теперь—можемъ ли мы—изъ наблюдавшагося нахожденія на поверхности водорослей Сѣвернаго Ледовитаго океана различныхъ, усваивающихъ азотъ, организмовъ—сдѣлать заключеніе, что и въ естественныхъ условіяхъ при тѣхъ сравнительно низкихъ температурахъ, которыя существуютъ на крайнемъ сѣверѣ, происходитъ усвоеніе азота.

---

[1]) Reinke, J. Symbiose von Volvox und Azotobacter. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. XXI. 1903. p. 481.

[2]) Frank, Ueber den Nachweis der Assimilation freien Stickstoffs. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 7. 1889. pag. 36 и Landw. Jahrb. 1888. pag. 421.

[3]) Schlösing, Th. et Laurent, Em. Sur la fixation de l'azote libre par les plantes. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 115. 1892; Annales de l'Inst. Pasteur. T. 6. 1892.

[4]) Kossowitsch, P. Untersuchungen über die Frage ob die Algen freien Stickstoff fixiren. Botan. Zeit. Abt. I. T. 52. 1894. pag. 95.

Теоретически разсуждая, мы не имѣемъ конечно, никакихъ данныхъ считать это невозможнымъ. Самое пышное развитіе растительной и животной жизни въ Сѣверномъ океанѣ, наблюдавшееся всѣми многочисленными изслѣдователями полярныхъ странъ, существованіе, слѣдовательно, разнообразнѣйшихъ процессовъ, связанныхъ съ круговоротомъ веществъ, происходящимъ какъ въ самихъ организмахъ, такъ и внѣ ихъ, несомнѣнно.

Нѣтъ особыхъ основаній сомнѣваться въ способности бактерій, находящихся за полярнымъ кругомъ, поглощать и усваивать азотъ, въ то время какъ поглощаетъ и усваиваетъ кислородъ все живущее вокругъ нихъ, когда разлагаютъ углекислоту всѣ растительные организмы, встрѣчающіеся въ видѣ напр. діатомовыхъ водорослей почти до самаго полюса [1]). Но по отношенію къ тѣмъ процессамъ, которые вызываются бактеріями, такое сомнѣніе можетъ быть, однако, и допустимо, такъ какъ извѣстно достаточное число броженій, ходъ которыхъ всецѣло регулируется окружающей температурой и для своего развитія требуетъ довольно высокихъ optimum'овъ (вспомнимъ напр. нитрификацію, уксусное броженіе и т. п.). Что касается процесса усвоенія азота, то мы должны признать, что вліяніе температуры на его ходъ доведено, если можно такъ выразиться, до minimum'а. Въ диссертаціи Вармбольда [2]) можно найти напр. рядъ цифровыхъ данныхъ, показывающихъ что усвоеніе азота въ нестерилизованной и стерилизованной почвахъ въ прямой зависимости отъ температуры не находится: „Konnte keine Abhängigkeit von der Temperatur festgestellt werden, da in der ersten Versuchsreihe die grösste Bindung bei 2 resp. 8° C., in der zweiten Versuchsreihe bei 18—20° C. stattgefunden hat“. Эти наблюденія надъ усвоеніемъ азота бактеріями Вармбольдъ велъ въ нестерилизованной и стерилизованной почвахъ, при температурѣ 2—5° въ ледникѣ и при температурахъ отъ 8 до 51° въ лабораторіи или въ термостатѣ. Просматривая результаты его анализовъ, собранные въ многочисленныя таблицы, можно видѣть что дѣйствительно между 2° и 30° процессъ усвоенія азота идетъ одинаково, если судить по количеству усвоеннаго азота, но несомнѣнно, что быстрота этого процесса или энергія его не могутъ все же не зависѣть отъ температуры, какъ это мы видимъ въ другихъ аналогичныхъ процессахъ, протекающихъ въ живомъ организмѣ. Что касается чистыхъ культуръ Azotobacter, то зависимость въ этихъ условіяхъ процесса усвоенія азота отъ

[1]) Палибинъ, И. В. Ботаническіе результаты плаванія ледокола «Ермакъ» въ Сѣверномъ Ледовитомъ Океанѣ лѣтомъ 1901 г. Изв. СПБ. Бот. Сада. 1903—1906 г.

[2]) Warmbold, Hermann. Untersuchungen über die Biologie stickstoffbindender Bakterien. Inaug. Diss. Göttingen. 1905. pag. 45.

температуръ можетъ быть видна изъ слѣдующихъ данныхъ, полученныхъ Вармбольдъ.

Температура.	Количество усвоеннаго N на литрѣ.
5—10°	22 мгр.
12—15	107,8 »
20—22	121,6 »
29—31	151,8 »
39—41	4,0 »
49—54	2,8 »

Ниже 5° усвоенія азота въ культурахъ не наблюдается.

Не лишенъ такъ же значенія постоянно получающійся результатъ, показывающій, что въ стерилизованной средѣ усвоеніе азота происходитъ менѣе энергично, чѣмъ въ нестерилизованной. То же самое, какъ неоднократно приходилось наблюдать, происходитъ и съ денитрифицирующими организмами. „Sowohl, говоритъ Вармбольдъ, im rohen als auch im sterilen Boden hatte in fast gleicher Weise eine Anreicherung an analytisch nachweisbarem Stickstoff stattgefunden, und zwar besonders bei niedriger Temperatur“ [1]).

Это же обстоятельство заставляетъ насъ предполагать, что и въ естественныхъ условіяхъ на поверхности водорослей процессъ усвоенія азота идетъ не менѣе энергично, чѣмъ въ культурахъ и образующіяся азотистыя соединенія не минуютъ, дающихъ бактеріямъ пріютъ, водорослей, несмотря даже на дѣятельность другихъ бактерій, ведущихъ свою работу въ діаметрально противоположномъ направленіи.

Вармбольдъ подмѣтилъ такъ же, что процессъ усвоенія азота идетъ лучше на свѣту, чѣмъ въ темнотѣ. Въ длинные свѣтлые дни на сѣверѣ, на поверхности водорослей, при образованіи ими углеводовъ, усвоеніе азота должно идти, еще и поэтому, при наиболѣе благопріятныхъ условіяхъ.

Для пониманія процессовъ, совершающихся въ морѣ, для болѣе или менѣе яснаго представленія о значеніи дѣятельности бактерій, находящихся на поверхности водорослей, для самихъ водорослей, наблюденія Вармбольда надъ усвоеніемъ азота въ стерилизованныхъ и не стерилизованныхъ почвахъ имѣютъ несомнѣнно большое значеніе. Но, конечно, значеніе каждой отдѣльной группы организмовъ при такой постановкѣ опытовъ не можетъ быть учтено.

[1]) Warmbold l. c. pag. 37.

Вообще приходится постоянно имѣть въ виду, что намъ совершенно не извѣстны тѣ оптимальныя условія, при которыхъ этотъ или другой біогенный процессъ происходитъ въ природѣ. Возможно, что температурный optimum, установленный нами на основаніи наблюденій, сдѣланныхъ въ извѣстныхъ лабораторныхъ условіяхъ,—въ природѣ совершенно другой, благодаря вліянію иныхъ факторовъ. Отношеніе анаэробныхъ организмовъ къ кислороду въ культурахъ и въ природѣ не одинаковое, совершенно такъ же то, что въ нашихъ культурахъ происходитъ при сравнительно высокихъ температурахъ, въ природѣ можетъ быть идетъ при болѣе низкихъ. Не малую роль играетъ такъ же во всѣхъ процессахъ и время. Ничтожное по своей энергіи разложеніе, идущее у насъ въ культурахъ, можетъ оказаться по своимъ результатамъ величественнымъ, если мы внесемъ поправку на время...

Наблюдаемый въ нестерилизованной почвѣ приростъ азота представляетъ результатъ дѣятельности бактерій связывающихъ азотъ и разрушающихъ азотистыя соединенія. Хотя, что касается организмовъ, выдѣленныхъ мною съ поверхности Laminaria, то ни одинъ изъ нихъ не оказался способнымъ разрушать селитру [1]), но въ водѣ моря организмы, обладающіе этой способностью были найдены. Что касается дѣятельности бактерій въ чистыхъ культурахъ, то изъ той же работы Вармбольда видно, что количество усвоеннаго азота въ культурахъ Azotobacter и Clostridium Pastorianum зависитъ отъ температуры, увеличиваясь по мѣрѣ ея повышенія.

Такимъ образомъ я полагаю, что Azotobacter chroococcum является и въ Ледовитомъ океанѣ организмомъ столь же распространеннымъ, какъ и въ моряхъ болѣе южныхъ широтъ. Интересно, что на югѣ подъ тропиками онъ уже почти не встрѣчается, такъ Круйффъ [2]) изслѣдовалъ почву и воды Явы и констатируетъ, что здѣсь онъ встрѣчается рѣдко и то только на западной сторонѣ острова. Замѣняютъ его тамъ другіе организмы (Bacterium krakataui и т. п.). Слѣдуетъ такъ же напомнить, что еще Фишеръ подмѣтилъ существованіе какъ бы границы распространенія на югъ для розовыхъ дрожжей, распространенныхъ въ сѣверныхъ водахъ и не попадающихся ближе къ экватору.

Несомнѣнно, однако, что и на сѣверѣ Azotobacter усваиваетъ газообразный азотъ, а слѣдовательно его вліяніе на круговоротъ азота необходимо учитывать, изучая распространеніе планктона и растительныхъ

---

[1]) Stoklasa, J. Assimilation des elementaren Stickstoffes durch Azotobacter und Radiobacter Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1906. pag. 24.

[2]) Kruyff de, E. Quelques remarques sur des bactéries aérobes, fixant l'azote libre de l'atmosphère dans les Tropiques. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 26. 1910, pag. 54.

организмовъ въ сѣверныхъ моряхъ. Въ мою задачу не входитъ полное изученіе особенностей Azotobacter, но необходимо указать на одинъ факторъ, могущій вліять на развитіе Azotobacter, такъ Христинзенъ [1]) а за нимъ и другіе наблюдатели, установили благопріятное вліяніе углекислыхъ солей на развитіе Azotobacter; если вспомнить, что поверхность многихъ водорослей часто покрыта углекислой известью, что на днѣ моря углекислая известь встрѣчается въ видѣ различнаго рода отложеній (доломиты) [2]), то нельзя не признать что на поверхности водорослей Azotobacter, кромѣ углеводовъ, находитъ, по всѣмъ вѣроятіямъ вообще довольно благопріятныя условія для существованія.

---

[1]) Christensen, Ueber das Vorkommen und die Verbreitung des Azotobacter chroococcum in verschiedenen Böden. Centr. für Bakt. II Abt. XVII. 1907. p. 109.

[2]) Когда эти страницы уже были набраны, тогда мною была получена работа Дрю (Drew, G. Harold, The Action of some Denitrifyind Bacteria in Tropical and Temperate Seas, and the Bacterial Precipitation of Calcium Carbonate in the Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. New. Series. Vol. IX., № 2—issued October, 1911.). Въ этой работѣ авторъ признаетъ за бактеріями важную роль въ образованіи на днѣ морей отложеній углекислой извести.

Глава V.

Нитрифицирующія бактеріи.

Въ вопросѣ о распространеніи нитрозныхъ микробовъ надо еще принимать во вниманіе, что, живя въ различныхъ почвахъ и климатахъ, извѣстные виды должны были выработать извѣстныя приспособленія къ чисто физическимъ условіямъ среды. Въ результатѣ мѣстный видъ окажется способнымъ жить въ условіяхъ, которыхъ чужой видъ не вынесетъ.

С. Н. Виноградскій.

Первыя указанія на существованіе въ морской водѣ нитрифицирующихъ бактерій принадлежатъ Фернонъ[1]), производившему изслѣдованія въ Неаполитанскомъ заливѣ вблизи отъ берега.

Въ Килѣ изслѣдованіе морской воды и грунтовъ въ 1900 году произвелъ проф. Брандтъ[2]). Предварительно онъ изслѣдовалъ почву окрестностей Киля, затѣмъ илъ изъ одного морского акваріума и илъ изъ Кильской гавани вблизи Bellevue; убѣдившись, что, какъ въ почвѣ, такъ и въ илѣ находятся нитрифицирующія бактеріи, онъ, вмѣстѣ съ Д-ромъ Бауромъ поставилъ опыты въ нѣсколько болѣе широкомъ масштабѣ, при чемъ для посѣвовъ ему служила или только что взятая морская вода въ количествѣ 2 куб. сант. (изъ Boje D, Friedrichsort и Heulboje) или илъ (Mud) въ количествѣ 2 куб. сант. изъ Boje D.

Въ качествѣ питательной среды ему служила морская вода, къ которой, послѣ стерилизаціи ея, была прибавлена стерилизованная магнезія ($^1/_2$ куб. сант.) и 2% растворъ сѣрнокислаго аммонія (2 куб. сант.). Посѣвъ былъ сдѣланъ 20 ноября, а 24 ноября была получена положительная реакція съ дифениламиномъ въ тѣхъ двухъ сосудахъ, въ которые сдѣланъ былъ посѣвъ иломъ изъ Boje D. Посѣвы морской водой и иломъ изъ Friedrichsort не содержали нитрифицирующихъ бактерій.

---

[1]) Vernon, The relations between Marine Animals and Vegetable Life. Mitth. a. d. Zoolog. Station zu Neapel. Bd. XIII. Berlin. 1898.

[2]) Brandt, K. Ueber den Stoffwechsel im Meere. 2 Abhandlung. Wissensch. Meeresunters. N. F. Bd. VI. Abt. Kiel. 1902. pag. 73.

Пересѣвы дѣлались на среду Баура слѣдующаго состава:

морской воды	500 к. с.
дестиллированной воды	500 „ „
фосфорнокислаго калія.	1 гр.
фосфорнокислой магнезіи	0,5 „
хлористаго кальція.	слѣды

къ средѣ прибавлялся затѣмъ 2% сѣрнокислый аммоній (2 куб. сант.) и нѣкоторое количество углекислой магнезіи. Среда оказалась для развитія нитрифицирующихъ бактерій подходящей и культуры ихъ удалось поддерживать пересѣвами въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ. Чистыя культуры получить почему-то не удалось. Посѣвы изъ нитрифицирующихъ бактерій, развивающихся въ посѣвахъ съ суши, удалось культивировать въ средѣ, содержащей морскую воду, и, наоборотъ, бактерій, полученныхъ въ посѣвахъ изъ моря, удалось культивировать въ средахъ не содержащихъ морской воды. Поэтому Брандтъ заключаетъ, что нитрифицирующія бактеріи съ суши, изъ прѣсной воды и моря между собой идентичны.

Участіе нитрифицирующихъ бактерій въ обмѣнѣ веществъ въ морѣ Брандтъ [1]) представляетъ себѣ такимъ образомъ, что на днѣ моря происходятъ процессы разложенія органическаго вещества съ образованіемъ аммiака и углекислоты. Углекислый аммоній диффундируетъ (vertheilt sich) въ верхніе слои воды и окисляется здѣсь нитрифицирующими организмами, при этомъ углекислота является источникомъ углерода. Нитрификація происходитъ также и на днѣ, но здѣсь результаты ея не замѣтны вслѣдствіе дѣятельности денитрифицирующихъ бактерій.

Результаты противоположные Ферпону и Брандту получилъ сначала Гранъ, а потомъ Натанзонъ.

Гранъ [2]) производилъ свои наблюденія у береговъ Норвегіи и попытки его получить въ культурахъ нитрификацію оказались тщетными, несмотря на то, что матеріалъ для посѣвовъ онъ бралъ изъ различныхъ мѣстъ фіордовъ (вблизи Aalesund).

Въ конечномъ выводѣ изъ своихъ опытовъ Гранъ не отрицаетъ все же возможность нахожденія нитрифицирующихъ бактерій въ моряхъ.

Натанзонъ [3]) такъ же, какъ и Гранъ въ Норвегіи, безуспѣшно старался получить культуры нитрифицирующихъ бактерій изъ Неаполитан-

[1]) Brandt, K. Ueber den Stoffwechsel im Meere. II, l. c. pag. 61.

[2]) Gran, H. H. Havets bakterier og deres stofskifte. Forelaesning for den filosoffiske doktorgrad. Sep. af «Naturen» 1903. Bergen. 1903. pag. 17.

[3]) Nathansohn, A. Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. Abh. der math.-phys. Cl. der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. 1906. Bd. 29. pag. 335.

скаго залива. Онъ дѣлалъ посѣвы и водой и иломъ и, не смотря на то, что наблюдалъ за культурами многія недѣли, получить положительную реакцію на азотную кислоту ему не удалось. Среда, которую примѣнялъ Натанзонъ для своихъ посѣвовъ носила, по совершенно непонятнымъ соображеніямъ, чрезвычайно упрощенный составъ [1]) и можетъ быть, до извѣстной степени, причину его неудачъ нужно искать именно въ неподходящей средѣ. Ссылаясь на такіе же отрицательные результаты Грана, Натанзонъ высказываетъ предположеніе, что удачу Брандта можно объяснить лишь тѣмъ, что соленость воды Кильской бухты очень невысока, и тѣмъ, что пробы были взяты вблизи самаго берега, а потому опыты Брандта не достаточно доказательны, чтобы на основаніи только ихъ можно было бы дѣлать заключеніе о нормальномъ распространеніи бактерій въ моряхъ.

Эти противорѣчивые результаты побудили Томсена [2]) изслѣдовать, въ свою очередь, пробы грунта изъ Неаполя и съ Гельголанда. Результаты своихъ изслѣдованій Томсенъ сообщилъ сначала въ предварительномъ сообщеніи, а потомъ въ подробной работѣ.

Въ качествѣ питательнаго субстрата для культуръ нитрифицирующихъ бактерій Томсенъ воспользовался средой Виноградскаго, замѣнивъ дестиллированную воду—морской или растворами морскихъ солей (1,5—2% для пробъ изъ Балтійскаго моря и 3,3—3,7% для пробъ изъ Сѣвернаго моря и Неаполитанскаго залива). Такъ какъ полученные результаты подробно изложены въ другой работѣ Томсена, то я здѣсь ограничусь указаніемъ лишь на то, что Томсену сразу удалось найти нитрифицирующихъ бактерій въ илѣ не только Балтійскаго и Сѣвернаго морей, но также и въ илѣ Неаполитанскаго залива, что не удалось, какъ мы только что видѣли, Натанзону.

Слѣдующее изслѣдованіе о распредѣленіи въ моряхъ нитрифицирующихъ организмовъ принадлежитъ Гацерту [3]) участнику экспедиціи фонъ Дригальскаго къ южному полюсу, тоже отрицательнаго характера.

Гацертъ произвелъ бактеріологическое изслѣдованіе воды изъ разныхъ мѣстъ моря съ различныхъ глубинъ на содержаніе въ немъ ни-

[1]) Эта среда Натанзона состояла изъ морской воды, 0,01—1%. NH_4Cl и $MgCO_3$ въ осадкѣ. Томсенъ совершенно справедливо указалъ на недостатокъ въ такой средѣ фосфорнокислыхъ соединеній.

[2]) Thomsen, Peter. Ueber das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere Vorläuf. Mitteil. Berichte d. deutsch. Bot. Ges. Bd. XXV. 1907. pag. 16.

[3]) Gazert, Hans. Bakteriologischer Bericht. Deutsche Südpolar-Expedition. auf dem Schiff «Gauss». Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde. H. 5. 1903. pag. 154.

Gazert, H. Untersuchungen über Denitrifikation und Nitrifikation im Meere während der Reise des «Gauss», sowie Sammlung und Aufbewahrung von Wasserproben für die quantitative Stickstoffbestimmung in der Heimat. Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903 Bd. VII. Berlin. 1909.

трифицирующихъ бактерій, но безъ положительнаго результата, почему и высказываетъ мнѣніе, что нитрифицирующихъ бактерій въ морѣ не встрѣчается. Правда, сознавая свои наблюденія въ этомъ отношеніи не достаточными, Гацертъ указываетъ, что отрицательный результатъ его посѣвовъ можно объяснить не отсутствіемъ бактерій, но тѣмъ, что онъ не воспользовался при выдѣленіи нитрифицирующихъ бактерій твердой средой, а пользовался исключительно жидкими средами, въ которыхъ развитіе (слабое) нитрифицирующихъ бактерій могло быть подавлено болѣе быстрымъ развитіемъ другихъ бактерій; кромѣ того возможно, что образовавшіеся нитриты или нитраты могли быть, сейчасъ же по ихъ образованіи, разрушены другими бактеріями, встрѣчающимися въ морской водѣ. Такъ что въ концѣ концовъ продукты дѣятельности нитрифицирующихъ бактерій исчезли скорѣе, чѣмъ ихъ успѣлъ уловить изслѣдователь.

Возможно еще, кромѣ того, что на отрицательный результатъ, полученный Гацертомъ повліяло до извѣстной степени и то, что посѣвы свои онъ производилъ въ обыкновенныя медицинскія склянки небольшаго размѣра, въ которыя наливалъ по 20—25 куб. сант. питательной среды, такимъ образомъ, по всей вѣроятности, условія аэраціи, столь необходимыя для начала и хода нитрификаціи, не были соблюдены въ той мѣрѣ, какъ это требуется для этого капризнаго организма. Изслѣдованія ила (Schlick) Гацертомъ совершенно не было произведено, между тѣмъ другими изслѣдователями нитрифицирующія бактеріи главнымъ образомъ были найдены въ илѣ. Вообще нужно сказать, что изслѣдованіе Гацерта, появившееся въ печати сначала въ 1903, а потомъ подробнѣе въ 1909 году, было произведено въ 1901 г. тогда, когда о нахожденіи нитрифицирующихъ бактерій въ морѣ еще не было хорошо извѣстно, а потому изслѣдованія Гацерта естественно и не могли быть произведены съ достаточной полнотой въ особенности въ неблагопріятныхъ условіяхъ во время плаванія къ полюсу.

Во всякомъ случаѣ Гацертъ считаетъ доказаннымъ, что въ илѣ нитрифицирующія бактеріи не встрѣчаются, такъ какъ, судя по реакціямъ, тамъ нѣтъ азотной кислоты [1]).

Въ 1907 году въ засѣданіи СПб. Микробіологическаго Общества я сообщилъ о найденныхъ мною нитрифицирующихъ бактеріяхъ въ водѣ Сѣвернаго Ледовитаго океана [2]).

Въ 1910 году въ „Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen“ появи-

[1]) Gazert, 1909. l. c. pag. 122.

[2]) Issatschenko, B. L. Zur Frage von der Nitrifikation in den Meeren. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXI. 1908.

лось болѣе подробное сообщеніе Томсена[1]) о морскихъ нитрифицирующихъ бактеріяхъ. Прежде всего видно что нитрифицирующія бактеріи, окисляющія аммiакъ и окисляющія азотистую кислоту, не всегда встрѣчаются въ морѣ вмѣстѣ, какъ это чаще всего наблюдается въ почвѣ.

Изслѣдовавъ слизь, покрывающую поверхность различныхъ водорослей[2]) планктонъ и морскую воду Кильской бухты, Томсенъ не нашелъ въ посѣвахъ изъ нихъ нитрифицирующихъ бактерій, но зато въ пробахъ со дна нитрифицирующія бактеріи несомнѣнно встрѣчаются— при чемъ Nitrosomonas встрѣчаются чаще, тогда какъ Nitrobacter былъ впервые найденъ лишь въ пробѣ изъ Неаполитанскаго залива съ глубины 20 метровъ въ разстояніи 500 м. отъ берега, при чемъ въ этомъ случаѣ образованіе нитратовъ наступило внезапно на 58 день. Впослѣдствіи его удалось обнаружить и въ Кильской бухтѣ, но лишь въ непосредственной близости къ берегу, никогда далѣе 500 м. отъ земли. По мнѣнію Томсена то же самое наблюдается и въ Неаполитанскомъ заливѣ, такъ что разсчитывать на нахожденіе его въ морской водѣ вдали отъ береговъ едва ли возможно („Theoretisch stande der allgemeinen Verbreitung des Nitritbildners in den grossen Meeren nichts im Wege, denn er hat sich im Golf von Neapl an den Seesalz gehalt von 3—3,5% und an die Tiefe von 100 m. vollkommen angepasst"). Такимъ образомъ морское дно даетъ, по сравненію съ водой и съ поверхностью растеній, наиболѣе благопріятныя условія для существованія одного или обоихъ микроорганизмовъ вмѣстѣ. Это явленіе Томсенъ объясняетъ тѣмъ, что въ водѣ находится слишкомъ незначительное количество аммiака, а на днѣ моря, гдѣ идутъ процессы разложенія организмовъ, можно ожидать встрѣтить его въ большемъ количествѣ.

Это предположеніе Томсена, какъ мы видѣли[4]), подтверждается новѣйшими изслѣдованіями Грэфа, по которымъ количество аммiака въ водѣ увеличивается съ глубиной. Въ то же самое время, какъ мы знаемъ, море представляетъ собой среду, содержащую достаточное для развитія организмовъ количество кислорода, независимо отъ глубины. Такимъ образомъ при прочихъ равныхъ условіяхъ (температура, аэрація) дно морей по количеству аммiака должно представлять болѣе благопріятныя условія для развитія аэробныхъ нитрифицирующихъ организмовъ.

[1]) Thomsen, P. Ueber das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere. Wiss. Meeresunt. N. F. Bd. XI. Abt. Kiel. 1910. pag. 1.

[2]) Fucus vesiculosus, Fucus serratus, Delesseria sanguinea, Fostigiaria furcelata, Laminaria Saccharina и Ceramium rubrum. На живыхъ листьяхъ Zostera marina нитрифицирующія бактеріи не были найдены, но на мертвыхъ, уже загнившихъ листьяхъ, ихъ удалось найти.

[3]) Thomsen, Ib. p. 8.

[4]) См. Глава II. Нѣкоторыя свѣдѣнія о химическомъ составѣ моря, стр. 43.

Въ водѣ открытаго моря, по мнѣнію Томсена, нитрифицирующіе организмы могутъ встрѣтиться лишь тогда, когда въ водѣ есть достаточныя количества аммiачныхъ соединенiй.

Противорѣчіе съ Натанзономъ въ полученныхъ имъ результатахъ Томсенъ объясняетъ тѣмъ, что Натанзонъ, во-первыхъ, примѣнилъ неподходящую среду, а затѣмъ наблюдалъ за культурами недостаточно продолжительное время и при неподходящей, кромѣ того, для optimum температурѣ.

Чистыя культуры нитрифицирующихъ организмовъ удалось получить Томсену на магнезія-гипсовыхъ пластинкахъ. Это были, слѣдовательно, первыя чистыя культуры нитрифицирующихъ бактерій изъ моря, по которымъ уже можно было составить нѣкоторое представленіе и о морфологіи ихъ. Сравненіе организмовъ (нитритныхъ), полученныхъ изъ разныхъ мѣстъ, привело Томсена къ заключенію, что всѣ онѣ между собой сходны и вполнѣ тождественны съ описанными Виноградскимъ изъ земли Цюриха и Жанвилье.

Чтобы выяснить отношеніе организмовъ къ морской соли, Томсенъ поставилъ рядъ культуръ съ различнымъ процентнымъ ея содержаніемъ и, по скорости наступленія образованія нитритовъ, судилъ о болѣе подходящей концентраціи для морскихъ нитрификаторовъ. Опыты эти несомнѣнно указываютъ, что перемѣна концентраціи среды при посѣвахъ вліяетъ задерживающимъ образомъ на ходъ процесса. Приведемъ напр. такое наблюденіе: 1 ноября былъ сдѣланъ посѣвъ ила (Schlick) изъ Неаполитанскаго залива (концентрація среды 3—3,5%) въ нѣсколько сосудовъ съ 1,5%, 3% и 5% морской соли. Образованіе нитритовъ наступило [1]) 20 ноября на 3% средѣ, 10 декабря на 1,5% и 13 декабря на 5%. Слѣдовательно, ясно, что организмъ лучше всего развивается въ той средѣ, концентрація которой ближе подходитъ къ тѣмъ естественнымъ условіямъ, въ которыхъ онъ находился до посѣва. Что касается отношенія морскихъ нитрифицирующихъ бактерій къ температурамъ, то оно оказалось такимъ же, какъ это было установлено уже для сухопутныхъ.

Результаты, полученные Томсеномъ, заслуживаютъ вниманія, такъ какъ подтверждаютъ извѣстное біологическое свойство приспособляться къ извѣстной концентраціи среды, при чемъ даже послѣдующее, черезъ нѣсколько поколѣній, возвращеніе организмовъ въ первоначальную среду оказываетъ благопріятное вліяніе на развитіе его не сразу въ первыхъ же поколѣніяхъ. Такимъ образомъ тѣ изслѣдователи, которые изучали бы дѣйствіе хлористаго натрія или морской соли на куль-

[1]) Thomsen, l. c. pag. 18. Tabelle 1.

туры организмовъ, выдѣленныхъ ими изъ морей, должны были получить результаты, подобные результатамъ, полученнымъ Кеутнеромъ, Томсеномъ и др., а наблюденія надъ вліяніемъ тѣхъ же концентрацій на организмы, хотя и того же вида, но выдѣленные въ культуры изъ средъ (земля и т. п.) завѣдомо не содержащихъ растворовъ солей въ той же концентраціи, должны были дать нѣсколько иной результатъ. Хотя это можетъ быть и просто и само собой разумѣется, но это біологическое свойство не всегда изслѣдователями достаточно оцѣнивается и заставляетъ ихъ иногда дѣлать поэтому заключенія, можетъ быть не достаточно, съ біологической точки зрѣнія, обоснованныя. Поэтому я не могу считать, что старые опыты Крошетель и Дюмонъ [1]) доказываютъ задерживающее дѣйствіе хлористаго натрія на образованіе нитратовъ, и тѣмъ, какъ бы заставляютъ усомниться въ правильности наблюденія Томсена. Крошетель и Дюмонъ исходили при своихъ опытахъ надъ вліяніемъ хлористаго натрія изъ наблюденій надъ нитрификаціей въ почвѣ, а Томсенъ изучалъ морскія формы тѣхъ же организмовъ, т. е. во всякомъ случаѣ такія формы, которыя существовали и развивались въ морской водѣ. Поэтому отношеніе тѣхъ и другихъ организмовъ къ растворамъ различной концентраціи хлористаго натрія (или морской соли) уже a priori должно было быть различное [2]).

Собственныя изслѣдованія.

Для выясненія вопроса—находятся ли въ водѣ Сѣвернаго Ледовитаго океана организмы, способные окислять амміакъ, мною была приготовлена въ Александровскѣ среда слѣдующаго состава:

Фосфорноаммоніййной соли	1 гр.
Фосфорнокаліевой соли.	1 „
Сѣрномагніевой соли.	0,5 „
Воды изъ Екатерининской гавани . .	1000 куб. с.
Углекислой магнезіи.	въ осадкѣ.

---

[1]) Dumont, J. et Crochetelle, J. Sur la nitrification des terres de prairie. Compt. rend. hebd. de l'Ac. de Sc. T. 117. 1893. pag. 670.

Crochetelle, J. et Dumont, J. De l'influence des chlorures sur la nitrification. Compt. rend. hebd. de l'Ac. de Sc. T. 119 1894. pag. 93.

[2]) Въ послѣднее время студентъ И. СПб. университета г. Розенталь, подъ моимъ руководствомъ, провѣрялъ дѣйствіе концентраціи среды на ходъ нитрификаціи и съ несомнѣнностью установилъ, что уже 2% хлористаго натрія задерживаетъ образованіе азотистой кислоты нитрифицирующими бактеріями, выдѣленными изъ огородной земли.

Среда была разлита, однако, не по колбамъ Виноградскаго, наиболѣе подходящимъ для изученія нитрификаціи въ лабораторной обстановкѣ, но по пробиркамъ, отверстія которыхъ могли быть потомъ при перевозкѣ запаяны. Предполагалось, слѣдовательно, на мѣстѣ во время рейса „Андрея Первозваннаго“, сдѣлавъ посѣвъ на среду наиболѣе подходящую для развитія нитрифицирующихъ бактерій, дать возможность

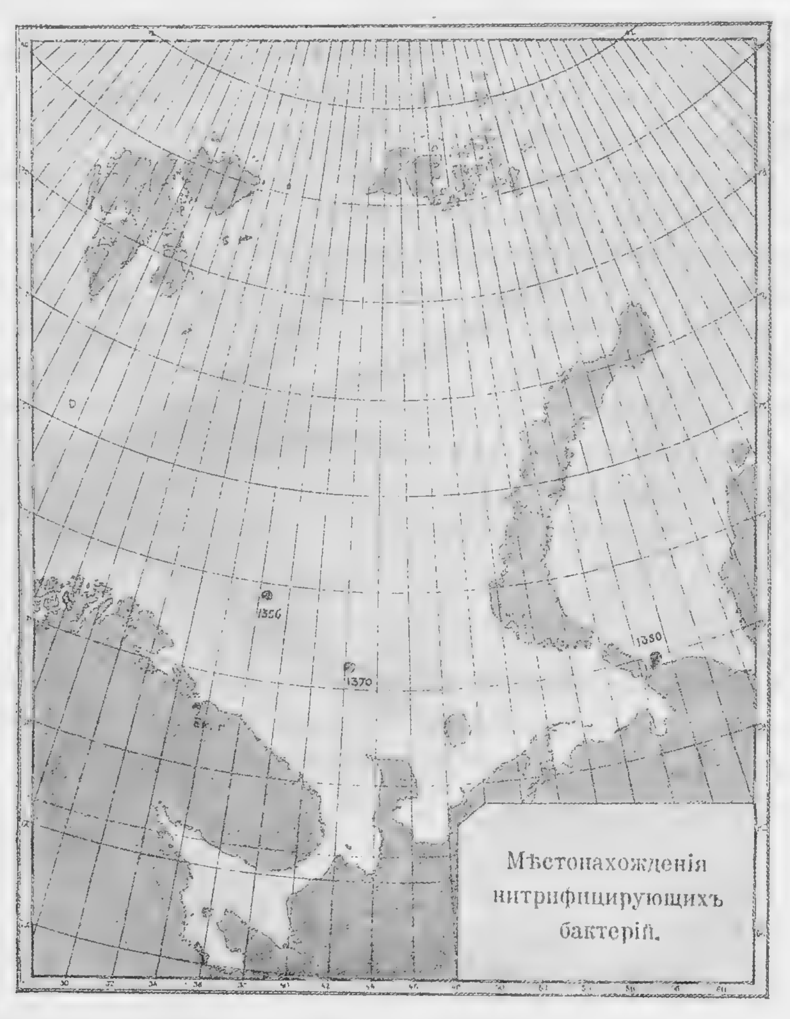


Рис. 13.

имъ болѣе или менѣе развиться, но отъ быстраго окисленія амміака хотѣлось даже удержать ихъ, чтобы доставить ихъ въ стадіи слабаго роста такимъ образомъ, вѣрнѣе, въ Петербургъ. Пробирки черезъ 3—7 дней послѣ посѣва были запаяны; послѣ запаиванія надъ средой находившейся въ пробиркахъ, былъ еще высокій столбъ воздуха. Пробирки держались при перевозкѣ ихъ въ Петербургъ все время при сравнительно низкой температурѣ (не выше + 10° Ц.) такимъ образомъ было сдѣлано все то, что представлялось возможнымъ, чтобы сохранить

жизнеспособными организмы, задерживая ихъ въ то же время отъ быстраго развитія.

Посѣвъ водой во время рейса производился въ пробирки тотчасъ же по взятіи пробы при помощи градуированной стерилизованной пипетки, при этомъ для посѣва бралось 2 куб. с. Посѣвъ былъ произведенъ пробами воды со станцій 1354, 1356, 1366, 1370 и 1372. Кромѣ того взятъ былъ для посѣва илъ, добытый въ Екатерининской гавани 22 іюля 1906 г. съ глубины въ 40 метровъ, и илъ, доставленный мнѣ Л. Л. Брейтфусомъ со станцій 1380 (глубина 4 метра) и 1403 (глубина 90 метровъ).

Данныя относительно географическаго положенія станцій 1354—1372— помѣщены на стр. 62, этого труда; о положеніи ихъ можно судить такъ же по прилагаемой картѣ. Необходимо замѣтить только, что при взятіи пробъ воды именно на станціяхъ 1354, 1356 и 1370 имѣлось въ виду ихъ расположеніе по гольфстремному теченію. Станція 1380 находится въ Югорскомъ шарѣ; станція 1403 (69°04′ N 40°16′ E) противъ Бѣлаго моря. Слѣдовательно изъ всѣхъ упомянутыхъ станцій вліяніе береговъ рѣзче всего могло сказаться на населеніи станцій 1366, 1380 и 1403; до извѣстной степени также и на станціи 1370, такъ какъ поверхностная вода здѣсь, несомнѣнно, материковаго происхожденія, образующаяся отъ таянія берегового снѣга и льдовъ, а также находящаяся подъ вліяніемъ теченій Бѣлаго моря.

По возвращеніи въ Петербургъ пробирки, засѣянныя водой, были вскрыты и содержимое ихъ изслѣдовано. Оказалось, что во всѣхъ пробиркахъ развились бактеріи, преимущественно кокки, и только въ нѣкоторыхъ наблюдалась примѣсь не спороносныхъ палочекъ (Bacterium). Качественныя реакціи на амміакъ, азотистую и азотную кислоту были произведены сначала дифениламиномъ и несслеровымъ реактивами, а потомъ реактивомъ Тромсдорфа [1]).

Исчезновеніе амміака и образованіе азотистой кислоты было, прежде всего, обнаружено въ пробиркахъ съ посѣвами водой со станціи 1370. Въ остальныхъ пробиркахъ съ посѣвами воды со станціи 1354, 1356 и 1366 хотя и наблюдалось исчезновеніе амміака, но образованія азотистой кислоты не наблюдалось [2]).

[1]) Дифениламинъ былъ приготовленъ по рецепту Кёнига (König, Die Untersuchung landwirtschaftl. u. gewerbl. wichtiger Stoffe. 2 Aufl. 1898). Реактивъ Тромсдорфа я получилъ первоначально отъ В. Л. Омелянскаго, а потомъ пользовался реактивомъ, любезно приготовленнымъ докторомъ Н. П. Павловымъ, за что и приношу имъ мою сердечную благодарность.

[2]) Предварительное сообщеніе о найденныхъ мною въ водѣ Сѣвернаго Ледовитаго океана нитрифицирующихъ бактерій было сдѣлано въ засѣданіи Микробіологическаго Общества въ С.-Петербургѣ 11 мая 1907 года. См. протоколы засѣданій этого Общества въ «Русскій врачъ» и «Centralblatt für Bakteriol. II Abt. Bd. XXI. 1908. pag. 430. (Issatschenko, B. L. Zur Frage von der Nitrifikation in den Meeren).

Для дальнѣйшаго изслѣдованія содержимаго привезенныхъ пробирокъ, сейчасъ же послѣ вскрытія ихъ, былъ произведенъ пересѣвъ изъ нихъ въ колбы Виноградскаго со средой слѣдующаго состава:

Сѣрноаммонійной соли	2 гр.
Фосфорнокаліевой соли	1 „
Сѣрномагніевой соли	0,5
Хлористаго натрія	34 „
Хлористаго кальція	слѣды
Дестиллированной воды	1000 к. с.
Углекислой магнезіи	въ осадкѣ.

Въ колбы съ этой средой былъ сдѣланъ посѣвъ иломъ изъ Екатерининской гавани и со станцій 1354, 1356, 1380 и 1403.

Остались безрезультатны посѣвы иломъ со станцій 1354 и 1403.

Во всѣхъ другихъ посѣвахъ удалось обнаружить наступленіе въ разные сроки нитрификаціи. Пересѣвъ на эту среду бактерій, развившихся на средѣ Виноградскаго въ пробиркахъ, въ которыя посѣвъ былъ произведенъ еще на мѣстѣ, тоже оказался удачнымъ, такъ что въ общемъ развитіе нитрифицирующихъ бактерій шло въ посѣвахъ со станцій 1356, 1370, 1380 и Екатерининской гавани.

Чтобы избѣгнуть ошибки при опредѣленіи начала нитрификаціоннаго процесса, при каждомъ опытѣ ставились одновременно для наблюденія за исчезаніемъ амміака и появленіемъ азотистой кислоты контрольныя колбы со стерилизованной питательной средой.

И такъ посѣвы водой и иломъ изъ Сѣвернаго Ледовитаго океана въ среду для нитрифицирующихъ бактерій дали положительный результатъ: нитрифицирующіе организмы въ нихъ были обнаружены. Изъ этого, конечно, я не имѣю еще права дѣлать выводъ, что нитрификація идетъ въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ; не имѣю права заключать, что находящіеся въ немъ нитрифицирующіе организмы могутъ при тѣхъ температурныхъ условіяхъ, которыя тамъ наблюдаются, окислять въ азотистую и азотную кислоту амміакъ, попадающій въ воду съ атмосферными осадками, амміакъ, приносимый въ океанъ громадными количествами материковыми водами [1]), наконецъ тотъ амміакъ, который образуется при процессахъ гніенія даже въ водѣ такого, сравнительно холоднаго бассейна, какимъ является Сѣверный Ледовитый океанъ.

Такимъ образомъ намъ приходится констатировать нахожденіе нитрифицирующихъ бактерій въ водѣ океана на значительномъ разстояніи

---

[1]) Виноградскій, С. Н. Круговоротъ азота въ природѣ. Дневникъ IX съѣзда Русскихъ естествоиспытателей и врачей. 1894. Москва. Приложеніе, стр. 8.

отъ береговъ. Среда—вода океана, въ которой найдены бактеріи, по всѣмъ вѣроятіямъ имѣетъ щелочную реакцію [1]); вопросъ объ аэраціи этой среды, даже на сравнительно значительной глубинѣ, рѣшается на основаніи тѣхъ данныхъ, которыя приведены уже нами во II главѣ, слѣдовательно, даже тѣ нитрифицирующіе организмы, которые находятся на днѣ океана, едва ли испытываютъ недостатокъ въ кислородѣ; что касается оснований, способныхъ связывать кислоты, то нельзя не обратить вниманіе на доказанное присутствіе известковыхъ отложеній на поверхности морского дна [2]).

Такимъ образомъ, аэрація и основанія имѣются налицо; слѣдовательно, остается разобрать вліяніе тѣхъ факторовъ, которые могутъ повліять задерживающимъ образомъ или только замедляющимъ образомъ на нитрификацію, эти факторы: высокая концентрація среды, низкая температура и „излишняя влажность“. О вліяніи послѣдняго фактора едва ли можно говорить послѣ доказаннаго нахожденія нитрифицирующихъ бактерій въ прѣсной водѣ рѣкъ [3]) и послѣ того, какъ доказано, что эти организмы почти одинаково хорошо развиваются, какъ въ жидкихъ средахъ Виноградскаго, такъ и на гипсовыхъ блокахъ или на подобныхъ же твердыхъ средахъ. Заслуживаетъ такъ же вниманія наблюденіе Стевенса и Виссерса надъ несомнѣннымъ приспособленіемъ нитрифицирующихъ бактерій, выдѣленныхъ изъ сточныхъ водъ къ лучшему развитію въ жидкихъ средахъ [4]) по сравненію съ почвами.

Что касается вліянія солености или концентраціи среды, то нѣкоторыя данныя указываютъ на то, что даже въ почвѣ солончаковъ найдены нитрифицирующія бактеріи [5]).

Изслѣдованія Томсена [6]) показываютъ, что присутствіе хлористаго натра въ количествѣ 3,5% не задерживаетъ развитіе нитрифицирующихъ бактерій; перемѣна концентраціи можетъ вредно вліять на ихъ развитіе, поэтому, повторяю, нужно быть очень осторожнымъ при обобщеніи сужденій о вліяніи концентраціи на нитрифицирующихъ бактерій, пользуясь при этомъ исключительно данными, полученными при изслѣдованіи вліянія хлористаго натрія на сухопутныя формы бактерій. Вѣ-

---

[1]) Ringer, l. c. (см. также гл. II).

[2]) См. главу II. Указанія на работы Philippi.

[3]) Gredig, Eugen. Beiträge zur Nitrifikation und Nitratzersetzung im Neckarwasser und die Bakterienflora des Neckars zu verschiedenen Jahreszeiten. Inaug.-Diss. Heidelberg. 1906.

[4]) Stevens, F. L. and Withers, W. A. Studies in soil bacteriology. I. Nitrification in soils and in solutions. Centr. f. Bakt. II Abth. XXIII. 1909. pag. 355.

[5]) Макриновъ, И. А. Нитрификація съ біологической стороны. 3 статья. Вѣстникъ бакт. агроном. станціи имени В. К. Феррейнъ. № 15. Москва. 1909. стр. 55.

[6]) Thomsen, l. c., pag. 13.

роятнѣе всего, что морскіе нитрифицирующіе организмы представляютъ собой біологическія расы, для которыхъ морская среда представляетъ подходящія условія для развитія. Я полагаю даже, что пока у насъ нѣтъ еще достаточно убѣдительныхъ данныхъ, чтобы говорить съ увѣренностью о сухопутномъ или морскомъ происхожденіи нитрифицирующихъ бактерій.

Что касается температуръ, то объ ихъ вліяніи на нитрификацію имѣются многочисленныя данныя, вспомнимъ только работы, касающіяся этого вопроса, начиная съ Шлёзинга и Мюнтца [1] („Au dessous de 5° elle est excessivement faible, sinon tout à fait nulle"), и мы увидимъ, что нитрификація наблюдалась не только при высокихъ температурахъ, но и при сравнительно довольно низкихъ температурахъ; такъ, Жюстиніани [2]) наблюдалъ ее при 4°, Эренбергъ [3]) при 10°, Лёнисъ же [4]) наблюдалъ при 10—12° настолько значительное образованіе нитратовъ, что оно мало чѣмъ отличалось отъ процесса при 20—22°. Кромѣ этого существуютъ указанія, что въ почвѣ въ естественныхъ условіяхъ процессъ идетъ и при еще болѣе низкихъ температурахъ; такъ, Кингъ и Уатсонъ [5]) показали, что увеличеніе нитратовъ происходило при 2° Ц.

Максимальныя количества нитратовъ Вейсъ [6]) находилъ въ датскихъ почвахъ въ октябрѣ—декабрѣ. По наблюденіямъ Прицкова [7]) холодное время года мало вліяло на уменьшеніе количества нитратовъ въ окислительныхъ бассейнахъ, а по наблюденіямъ Кальмета [8]) въ осмотрѣнныхъ мною бассейнахъ въ Лилѣ, количество нитратовъ въ зимнее время года не только не уменьшалось, но наоборотъ увеличивалось, что, по его мнѣнію, зависитъ отъ подавленной дѣятельности денитрифицирующихъ бактерій, въ то время, когда нитрифицирующія бактеріи, менѣе чувствительныя къ пониженію температуры, продолжаютъ свою работу.

---

[1]) Schlösing, Th et Müntz, A. Recherches sur la nitrification. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 89. 1879. pag. 1075.

[2]) Giustiniani, Sur l'emploi des engrais ammoniacaux dans les sols calcaires. Ann. agron. T. 27. 1901. p. 262.

[3]) Ehrenberg, P. Die bakterielle Bodenuntersuchung in ihrer Beteutung für die Feststellung der Bodenfruchtbarkeit. Landw. Jahrb. Bd. 33. 1904. p. 139.

[4]) Löhnis. Mitt. Landw. Inst. Leipzig. 7. 1905. p. 89. Цитир. по Löhnis, Hand buch d. Landw. Bakteriol.

[5]) King and Whitson Agric. Exp. Stat. Univ. Wisconsin Bull. T. 93. 1902 (ref. Centr. f. Agr. Chemie. T. 32. 1903. p. 434).

[6]) Weis, Det forstl. Forsögsväsen. II. 1908. pag. 257. Цитир. по Löhnis, Handbuch der Landw. Bakteriol.

[7]) Pritzkow, Al. Beobachtungen und chm.-physik. Unters. an d. biol. Reinigungsanlage der Gemeinde.

Wilmersdorf, Mitt. d. Königl. Prüf. anstalt für Wasserver. und Abwasserb. Heft XIII. pag. 29.

[8]) Calmette, A. Recherches sur l'épuration biologiqueux et chimique des eaux d'egout. Vol. IV.

Незначительное образованіе нитратовъ при 7—9° наблюдалъ также Базаревскій [1]).

Северинъ [2]) нашелъ нитрифицирующихъ организмовъ въ почвахъ далекаго сѣвера за полярнымъ кругомъ. Этой находкѣ не могутъ противорѣчить изслѣдованія каменистой почвы съ острова Graham, привезенной экспедиціей Шарко, такъ какъ эти образцы были изслѣдованы черезъ значительный промежутокъ времени послѣ ихъ взятія и представляли собой голый щебень [3]). Въ свое время Мюнтцъ [4]) нашелъ на вершинахъ Альпъ нитрифицирующихъ организмовъ, способныхъ нитрифицировать лишь въ теченіе короткаго лѣта: „Pendant la saison froide, leur vie est suspendu, mais ils ne périssent pas", подъ льдомъ глетчеровъ сохраняютъ они „tout leur activité".

Слѣдуетъ обратить вниманіе также на то, что наблюденія надъ процессомъ нитрификаціи, сдѣланныя въ Ротгамстедѣ, установили съ несомнѣнностью, что въ холодное время года нитрификація въ почвѣ не только не прекращается, но энергично продолжается. Наблюденія, сдѣланныя въ Голландіи, подтвердили это вполнѣ [5]).

Мнѣніе, что образованіе нитритовъ и нитратовъ въ почвѣ можетъ происходить безъ участія въ этомъ процессѣ микроорганизмовъ, до сихъ поръ, по крайней мѣрѣ, не нашло себѣ подтвержденія въ спеціально поставленныхъ опытахъ [6]). Поэтому нѣтъ основаній предполагать, что встрѣчающіеся въ илѣ моря нитриты и нитраты образовались безъ участія микроорганизмовъ. Подобныя предположенія, однако, возникаютъ почти всякій разъ, когда изслѣдователь встрѣчается съ низкими температурами. Что касается морскихъ бактерій, то еще Руссель нашелъ, что онѣ развиваются въ общемъ при болѣе низкихъ температурахъ чѣмъ сухопутныя формы, такъ что это наблюденіе лишній разъ даетъ возможность предполагать, что морскія нитрифицирующія бактеріи въ

---

[1]) Basarewsky, Beiträge zur Kenntnis der Nitrification und Denitrification im Boden. In. Diss. Göttingen. 1906.

[2]) Северинъ, С. А. Бактеріологическое населеніе нѣсколькихъ образцовъ почвы изъ далекаго сѣвера (г. Обдорскъ и полуостровъ Ямалъ). Вѣстникъ Бакт. агрон. станціи имени В. К. Феррейнъ Вып. 15. Москва. 1909.

[3]) Tsiklinsky, La flore microbienne dans les régions du pôle sud. Les microbes isolés du sol polaire. Expédition antarctique française (1903—1905). Paris. 1908. pag. 10—11.

[4]) Müntz, A. Sur la décomposition des roches et la formation de la terre arable. Comptes rend. de l'Acad. des Sc. T. 110. 1890. pag. 1370.

[5]) Miller, The amount and composition of the drainage through unmanured and uncropped land, Barnfield Rothamsted. The Journal of Agric. Science. Vol. I. Heft 4. 1906.

Hudig, Nitrificatie en de samenstelling von drainwater. Cultura. Bd. XVIII. № 211. 1906.

[6]) Russel, Edw. und Smith, Norm. Werden Nitrite oder Nitrate durch nicht bakterielle Vorgänge im Boden erzeugt. Journ. Agric. Science. I. 1906. pag. 444.

этомъ отношеніи не представляютъ исключеніе среди другихъ морскихъ микроорганизмовъ.

Такимъ образомъ, мы не можемъ отрицать возможности образованія нитритовъ и нитратовъ при біогенныхъ процессахъ, происходящихъ при низкихъ температурахъ, близкихъ къ температурѣ воды Ледовитаго океана и вопросъ — главнымъ образомъ — можетъ касаться лишь того, происходитъ ли въ морѣ въ дѣйствительности нитрификація или же, несмотря на нахожденіе въ немъ нитрифицирующихъ организмовъ, она не происходитъ, а организмы, попавъ въ море съ суши и, не теряя своей жизнеспособности, попадая снова въ подходящія условія (питательныя среды въ культурахъ), начинаютъ энергично нитрифицировать. Въ океанѣ же, носясь по волнамъ или осѣдая на дно, они находятся въ такомъ же бездѣятельномъ состояніи, въ которомъ должны такъ же точно находиться молочнокислыя бактеріи, найденныя въ водѣ рѣкъ.

Въ тѣхъ пробахъ воды, которыя я добылъ изъ океана, я не наблюдалъ образованія нитратовъ. Тогда какъ въ почвахъ, въ которыхъ были находимы нитрозные организмы, находимы были и нитраты, что указывало на присутствіе нитратныхъ бактерій.

Въ колбахъ, въ которыя былъ произведенъ пересѣвъ изъ колбъ, начавшихъ уже нитрифицировать, обнаружить образованіе азотистой кислоты удавалось не ранѣе 2—3 недѣль послѣ посѣва, причемъ колбы, однако, стояли не въ термостатѣ, а при комнатной температурѣ (15—17° Ц.). Исчезновеніе амміака происходило медленно и еще черезъ 3—4 недѣли удавалось замѣтить слѣды его съ помощью неслеровскаго реактива. Такимъ образомъ приходилось, къ сожалѣнію, убѣдиться въ томъ, что мои культуры были малоэнергичны. Пересѣвы на среды съ меньшимъ количествомъ хлористаго натра дали такіе же точно результаты.

При микроскопическомъ изслѣдованіи въ культурахъ, даже послѣ нѣсколькихъ пересѣвовъ, наблюдалась, несомнѣнно, пестрая смѣсь организмовъ, въ которой преобладали кокки разной величины. Посѣвъ этой смѣси изъ колбы съ нитрифицирующими бактеріями, полученными со станціи 1370, на косозастывшій агаръ съ рыбнымъ бульономъ далъ цѣлый рядъ пигментныхъ организмовъ,—тутъ были кокки самой разнообразной величины и всевозможныхъ оттѣнковъ: красныхъ, красноватыхъ, малиновыхъ, оранжевыхъ, желтыхъ, соломенныхъ. Такого разнообразія различно окрашенныхъ формъ мнѣ не приходилось встрѣчать при другихъ бактеріологическихъ анализахъ. Среди нихъ не было ни одного способнаго образовать азотистую кислоту, но были зато организмы, развивающіеся при почти полномъ отсутствіи органическихъ веществъ, какъ объ этомъ мнѣ еще придется говорить дальше.

Чтобы получить чистыя культуры нитрифицирующихъ организмовъ (нитрозныхъ, такъ какъ нитратные не были обнаружены въ посѣвахъ изъ смѣси) я примѣнилъ гипсовые блоки, къ которымъ, по совѣту В. Л. Омелянскаго, прибавилъ 8% углекислой магнезіи. Блоки были поставлены въ небольшія коховскія чашки, простерилизованы, и на ихъ гладкую поверхность сдѣланъ посѣвъ изъ колбъ. По прошествіи двухъ недѣль на поверхности гипса, при разсматриваніи его сбоку, можно было подмѣтить слабый налетъ. Налетъ этотъ къ концу 3-й недѣли, мѣстами, принялъ слегка желтоватый оттѣнокъ, подъ лупой можно было замѣтить рядъ мелкихъ каплеобразныхъ колоній. Къ этому же періоду развитія налета относится появленіе на поверхности гипса разростающагося краснаго налета, который, разростаясь, угрожалъ покрыть собой слабо замѣтный желтоватый налетъ. Этотъ красный налетъ былъ образованъ коккомъ. Поэтому изъ разныхъ мѣстъ блока былъ сдѣланъ платиновой петлей рядъ посѣвовъ въ колбы со средой какъ для нитрозныхъ организмовъ, такъ и для нитратныхъ (хотя въ послѣднемъ случаѣ—безъ надежды на успѣхъ). Еще позже на блокѣ можно было подмѣтить появленіе черныхъ пятнышекъ, сначала слабо замѣтныхъ, не рѣзко выраженныхъ, но потомъ сдѣлавшихся черными, онѣ представляли собой ничто иное, какъ воронкообразныя или блюдцеобразныя углубленія въ гипсовомъ блокѣ, явившіяся слѣдствіемъ растворяющей дѣятельности бактерій. Дно и стѣнки этихъ углубленій были покрыты коккообразными клѣтками нитрифицирующихъ бактерій.

Въ тѣхъ посѣвахъ, которые были сдѣланы въ колбы съ блоковъ, нитрификація (въ чистыхъ культурахъ) началась черезъ 9 дней, а полное исчезновеніе амміака, какъ правило, замѣчалось на 12—14 день. Все сказанное относится къ бактеріямъ, выдѣленнымъ изъ воды со станціи 1370, съ другихъ же станцій нитрификація все время шла въ неочищенныхъ культурахъ.

Внѣшній видъ чистыхъ культуръ не подвергался измѣненіямъ и только однажды, въ одной изъ колбъ, можно было подмѣтить на 12-й день послѣ посѣва появленіе бѣловатаго облачка, поднимавшагося со дна. Это наводило на предположеніе о появленіи подвижныхъ формъ—такъ называемыхъ „monas" Виноградскаго, но найти ихъ въ препаратѣ мнѣ не удалось; ни разу также не пришлось мнѣ наблюдать подвижныхъ формъ и въ другихъ культурахъ, такъ что, судя по этому, та форма, которая развивалась у меня, была, подобно петербургскому Nitrosomonas, лишена подвижности. Любопытно, что Виноградскій [1]) въ культурахъ микроба изъ Кампинасъ (Бразилія) и изъ Квито наблюдалъ муть при

[1]) Виноградскій, С. Н. Къ морфологіи организмовъ процесса образованія селитры въ почвѣ. Архивъ біолог. наукъ. Т. I. 1892. стр. 120—122.

отсутствіи ясно выраженной подвижности. Размѣры отдѣльныхъ клѣтокъ, развившихся у меня, имѣли въ длину 1μ. при ширинѣ 0,8μ., такъ что считать этотъ организмъ коккомъ можно лишь относительно.

При окрашиваніи метиленовой синькой въ тѣлѣ бактеріи можно обнаружить болѣе сильно красящееся тѣльце (метахроматическое). На днѣ сосуда организмы покрываютъ кристаллы магнезіи цѣлыми скопленіями и весьма часто можно видѣть клѣтки, какъ бы внѣдряющіяся въ кристаллики (рис. 13). Кристаллъ кажется изъѣденнымъ съ поверхности съ большими или меньшими углубленіями. Нѣкоторые кристаллы были совершенно растворены и вмѣсто нихъ оставались лишь зоогleи. Среди коккообразныхъ клѣтокъ микроба тамъ и здѣсь попадаются двойныя клѣтки, имѣющія видъ диплококковъ, иногда наблюдаются цѣпочки изъ трехъ члениковъ, но все же чаще всего попадаются отдѣльныя клѣтки.

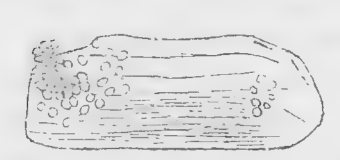


Рис. 13.
Нитрифицирующія бактеріи на кристалликѣ углекислой магнезіи.
(Увеличено въ 1000 разъ).

Въ моихъ культурахъ съ нитрифицирующими организмами случилось въ концѣ концовъ то, что описываетъ съ присущей ему ясностью С. Н. Виноградскій [1]). Культуры, въ которыхъ послѣ нѣсколькихъ пересѣвовъ можно было наблюдать болѣе или менѣе сильное образованіе нитритовъ, въ одинъ день, послѣ пересѣва, отказались его больше образовать и только послѣ новыхъ пересѣвовъ можно было обнаружить, сравнительно, слабое образованіе нитритовъ. Процессъ потерялъ свою интенсивность, принялъ, какъ-то вдругъ, затяжной характеръ, энергія микроорганизмовъ сразу упала. Между тѣмъ, внѣшній видъ культуры, казалось, вполнѣ сохранился. Только разсмотрѣвъ осадокъ со дна колбъ, можно было найти объясненіе этого простого явленія, подмѣченнаго въ свое время Виноградскимъ. Въ культурѣ на днѣ находились микроорганизмы въ стадіи зоогleи и вывести ее изъ этого состоянія можно было съ трудомъ и не во всѣхъ посѣвахъ. Отыскивая причину этого внезапно наступившаго явленія, я долженъ былъ остановиться на одномъ, казавшемся мнѣ правдоподобнымъ, объясненіи.

Наблюденія надъ нитрифицирующими организмами я началъ зимой 1906—7 года и наиболѣе энергичныя культуры, образовавшія наибольшія количества нитритовъ, я имѣлъ, именно, въ это время, У меня были тогда въ рукахъ культуры, въ которыхъ можно было наблюдать организмы въ стадіяхъ „monas“ и „zoogloea“. Наступило лѣто 1907 года, мнѣ пришлось пріостановить работу на 5 мѣсяцевъ и, когда я снова приступилъ къ работѣ, я нашелъ свои культуры въ сосудахъ съ рас-

[1]) Виноградскій, С. Н. Къ морфологіи организмовъ процесса образованія селитры въ почвѣ. Архивъ біол. наукъ. Спб. 1892. Стр. 102.

ѓворомъ питательныхъ солей уже болѣе значительной концентраціи. Тонкій слой жидкости, покрывающій осадокъ, уменьшился, концентрація раствора (содержащаго Na Cl 3,5%) вслѣдствіе этого сильно измѣнилась, вмѣстѣ съ тѣмъ микроорганизмъ, перейдя въ стадію „zoogloea", какъ бы потерялъ способность давать „monas"—культура стала работать плохо.

Сравнивая, въ заключеніе, полученные мною результаты съ таковыми же Томсена, я вижу въ нихъ много общаго. Томсенъ, указываетъ, что ему удавалось выдѣлить нитрифицирующихъ бактерій только изъ пробъ ила, въ то же время ему совершенно не удавалось получить ихъ изъ воды, онѣ вполнѣ отсутствовали на поверхности океана. Почти тѣ же самые результаты получены и мною: въ пробахъ изъ верхнихъ слоевъ воды я не нашелъ нитрифицирующихъ бактерій, а нашелъ ихъ въ пробахъ воды, взятыхъ вблизи дна съ 65 и 100 метровъ при глубинѣ въ тѣхъ мѣстахъ въ 68 м. и 180 м., найдены онѣ были также въ илѣ. Ни Томсенъ, ни я не наблюдали бактерій, окисляющихъ нитриты (хотя относительно Томсена это надо принять съ извѣстной оговоркой). Ни въ одномъ изъ посѣвовъ я не наблюдалъ исчезновенія нитритовъ и соотвѣтственнаго образованія нитратовъ.

Такимъ образомъ, изъ всего вышесказаннаго видно, я полагаю, что поиски нитрифицирующихъ бактерій даже вдали отъ береговъ, въ водѣ океановъ не будутъ безрезультатны. Они будутъ находимы въ придонной водѣ и въ илѣ, т. е. тамъ, гдѣ количество амміака будетъ находиться въ сравнительно большемъ количествѣ, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ Въ морской водѣ, насколько можно судить по лабораторнымъ наблюденіямъ, онѣ могутъ развиваться и нитрифицировать, слѣдовательно ихъ значеніе, какъ біологическаго фактора, для природы даннаго бассейна несомнѣнно и должно быть учтено.

Глава VI.

О денитрифицирующихъ бактеріяхъ.

«die denitrificirenden Bakterien im Ozean den Ueberfluss an Stickstoffverbindungen zerstören, und dass sie es sind, die das vorhandene Gleichgewicht im Haushalte der Natur herstellen».

«Die nahe bevorstehenden internationalen Untersuchungen in den nordischen Meeren werden vor allem den norwegischen und den russischen Gelehrten die schönste Gelegenheit geben, Wasser- und Grundproben aus arktischen Regionen auf Bakterien zu untersuchen und dabei auch nach solchen denitrificirenden Bakterien zu forschen, die ihre grösste Wirksamkeit etwa bei 0° entfalten. Ich bezweifle, dass man solche finden wird».

K. Brandt.

«Stickstoff im Meere nicht im Minimum vorhanden ist».

Gebbing.

«In der Tat hat die unglückliche Manie, hier stets nur nach e i n e r Ursache, anstatt nach d e n Ursachen zu suchen, nur dazu beigetragen, die Tatbestände zu verdunkeln.»

Iost.

О томъ, что среди бактерій, обитающихъ въ моряхъ, существуютъ формы, способныя возстановлять нитраты въ нитриты, мы находимъ первыя указанія въ работахъ Бейеринка [1]) о свѣтящихся бактеріяхъ.

Такой же способностью Руссель [2]) надѣлилъ бактерій, выдѣленныхъ имъ изъ Атлантическаго океана, вблизи береговъ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ.

На присутствіе денитрифицирующихъ бактерій въ водѣ Неаполитанскаго залива указалъ такъ же Фернонъ [3]). Всѣ названные авторы ограничивались лишь указаніемъ возстановительной способности, присущей

[1]) B e i j e r i n c k, M. W. Over lichtvoedsel en plastisch voedsel van lichtbakteriën. Verslagen en Mededeelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling Naturrkunde. Derde Reeks. Deel VII. 1890. pag. 239.

[2]) R u s s e l, H. L. The bacterial flora of the Atlantic Ocean. Botanical Gazette. 1893.

[3]) V e r n o n. The relations between Marine Animals and Vegetable Life. Mitteil a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. XIII. Berlin. 1898.

нѣкоторымъ морскимъ бактеріямъ, но дальнѣйшихъ изслѣдованій въ этомъ направленіи не предпринимали.

Такія же указанія на то, что нѣкоторымъ морскимъ бактеріямъ свойственна возстановительная дѣятельность, приводятся въ наблюденіяхъ Б. Фишера [1]) надъ свѣтящимися бактеріями.

Въ 1899 году вышла первая статья Брандта [2]) объ обмѣнѣ веществъ въ морѣ. Несомнѣнно, что мысли, высказанныя авторомъ въ этой статьѣ, оказали значительное вліяніе на послѣдовавшія затѣмъ изслѣдованія моря. Исходя изъ того, что развитіе растеній находится въ прямой зависимости отъ питательныхъ веществъ, находящихся въ минимумѣ (такъ назыв. законъ Либиха), а въ зависимости отъ большаго развитія растительнаго царства, обладающаго только ему свойственной способностью создать органическое вещество изъ неорганическаго, должно находиться развитіе животнаго царства, Брандтъ считаетъ возможнымъ дѣлать заключеніе о продуктивности (Produktion) бассейна, основываясь на данныхъ объ его ежегодномъ урожаѣ „растительнаго вещества", какъ это дѣлается для суши, когда на основаніи величины урожая травъ на опредѣленную единицу поверхности можно судить о величинѣ „Fleischproduktion".

Закономъ минимума Брандтъ объясняетъ не только распредѣленіе организмовъ въ различныхъ моряхъ, но считаетъ его главнымъ факторомъ, вліяющимъ на большее количество планктона въ поверхностныхъ водахъ, по сравненію съ глубокими слоями воды. „Die Ursache wird in dem Gesetze des Minimum zu suchen sein". На поверхности моря находятся воды съ материка, содержащія много неорганическихъ соединеній „Höchst wahrscheinlich handelt es sich um die Stickstoffverbindungen". Связь между количествомъ планктона и богатствомъ бассейна азотной кислотой онъ считаетъ доказанной изслѣдованіями Апштейна [3]) голштинскихъ озеръ.

Бросающимся въ глаза обстоятельствомъ Брандтъ считаетъ богатство арктическаго планктона и сравнительную бѣдность имъ тропическихъ и субтропическихъ морей, тогда какъ суша представляетъ полную этому противоположность. Причину такого страннаго распредѣленія организмовъ необходимо искать, по его мнѣнію, въ недостаткѣ веществъ

[1]) Fischer, B. Die Bakterien des Meeres. Kiel. 1894. pag. 76.

[2]) Brandt, K. Ueber den Stoffwechsel im Meere. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. IV. Abt. Kiel. 1899. pag. 215 и 2 Abhandlung. Wiss. Meeres. N. F. Bd. VI. Abt. Kiel. 1902. pag. 23.

Brandt, K. Ueber die Bedeutung der Stickstoffverbindungen für die Produktion im Meere. Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Orig. Arb. Bd. XVI. 1904. pag. 383.

[3]) Apstein, Das Süsswasserplankton. Kiel. 1896. Въ этой работѣ находятся данныя о количествѣ планктона въ различныхъ голштинскихъ озерахъ; изслѣдованіе воды этихъ озеръ съ помощью калориметрическаго метода было произведено Брандтомъ вмѣстѣ съ проф. Родевалемъ.

необходимыхъ для питанія организмовъ „Ist ein einziger derselben, z. B. der gebundenene Stickstoff, in verhältnissmässig sehr geringer Menge vorhanden, so ist auch die Produktion spärlich. Dass es sich auch in diesem Falle um die Stickstoffverbindungen handeln wird, geht . . . ganz besonders auch daraus hervor, dass nach den Planktonbefunden der im Minimum vorhandene Nährstoff in seiner Quantität von lebenden Organismen stark abhängig sein muss." И нѣсколько далѣе „Die eigentliche Ursache für den Reichthum der Kalten, die Armuth der warmen Meere wird daher vermuthlich in dem verschiedenen Gedeihen der Fäulnissbakterien im weiteren Sinne zu zuchen sein und in dem Einfluss, den diese Bakterien auf den Gehalt des Wassers an Stickstoffverbindungen ausüben".

Наиболѣе важными бактеріями въ процессѣ разрушенія азотныхъ соединеній Брандтъ признаетъ денитрифицирующихъ бактерій, которыя и разрушаютъ въ теплыхъ моряхъ необходимѣйшія питательныя вещества, дѣятельность же ихъ въ полярныхъ моряхъ парализована низкой температурой воды.

Хотя въ морской водѣ, развиваетъ онъ далѣе свою мысль, въ минимумѣ находятся азотъ, фосфоръ и кремнекислота, но на первое мѣсто необходимо поставить соединенія азота, которыхъ въ морской водѣ исключительно мало. Это можетъ быть объяснено тѣмъ, что главная масса азотистыхъ соединеній, вносимыхъ въ море рѣками, материковыми водами и т. п. въ концѣ концовъ разрушается нацѣло денитрифицирующими бактеріями. Дѣятельностью денитрифицирующихъ бактерій, переводящихъ азотнокислыя соединенія обратно въ газообразный азотъ, завершается круговоротъ азота („Der Kreislauf des Stickstoffs wird geschlossen durch die Lebenstätigkeit der Denitrifizierenden Bakterien" [1]).

Безъ дѣятельности этихъ бактерій пришлось бы допустить, что постоянный притокъ въ море азотистыхъ соединеній,—то въ видѣ азота приносимаго рѣками, то въ видѣ атмосферныхъ осадковъ, поступающихъ непрерывно изъ года въ годъ въ море, повелъ бы къ тому, что оно оказалось бы какъ бы отравленнымъ этими соединеніями и жизнь въ немъ прекратилась бы.

Этотъ свой выводъ Брандтъ обосновываетъ на вычисленіи того количества азота, который вносится въ море Рейномъ, и на этомъ основаніи приходитъ къ заключенію, что притокъ связаннаго азота изъ рѣкъ въ океанъ въ теченіе года равняется 39 билліонамъ граммовъ азота, что составитъ 1 гр. азота на 32.789 куб. метровъ воды въ 1 годъ, а въ теченіи 10 милліоновъ лѣтъ 300 гр. на куб. метръ. Если же принять во вниманіе тотъ азотъ, который вносится въ море атмосферными

[1]) Brandt, Ueber die Bedeutung der Stickstoffverbindungen etc. Beih. Bot. Centr. 1904. Bd. 16. p. 387

осадками, то смѣло можно принять, думаетъ Брандтъ, что въ гораздо болѣе короткій срокъ азотистыя соединенія не будутъ уже въ морской водѣ въ минимумѣ. Находящіяся въ морской водѣ соединенія, благодаря своей растворимости, изъ воды не выпадаютъ и подвергаются здѣсь процессу разрушенія, вызываемому денитрифицирующими организмами. Такимъ образомъ главнымъ факторомъ, вліяющимъ на количество азотистыхъ неорганическихъ соединеній въ морской водѣ, Брандтъ считаетъ денитрифицирующихъ организмовъ. А такъ какъ ихъ дѣятельность наиболѣе энергично протекаетъ при температурахъ выше 20°, то—само собой, что въ моряхъ тропиковъ существуютъ для этого болѣе подходящія условія, чѣмъ въ холодныхъ широтахъ.

Слѣдовательно на сѣверѣ азотнокислыя соединенія должны оставаться, какъ бы въ нетронутомъ видѣ и накопляться здѣсь въ большемъ количествѣ, чѣмъ это должно происходить въ тропикахъ. Въ антарктической водѣ денитрифицирующія бактеріи, хотя и были найдены Гацертомъ [1]), но оказалось что для ихъ дѣятельности нужна сравнительно высокая температура и, слѣдовательно, въ мѣстѣ своего нахожденія онѣ не дѣятельны. Изъ сказаннаго ясно, что для обоснованія правильности гипотезы Брандта необходимы были новыя изслѣдованія, которыя съ одной стороны выяснили бы распространеніе денитрифицирующихъ бактерій въ сѣверныхъ моряхъ и главное указали бы на неспособность бактерій вызывать процессъ денитрификаціи при болѣе низкихъ чѣмъ 10—20° температурахъ. Съ другой стороны необходимы были изслѣдованія химическаго состава морской воды, чтобы уяснить наблюдается ли сколько нибудь замѣтная разница въ количествѣ азотистыхъ соединеній на полюсахъ, по сравненію съ ихъ количествомъ на экваторѣ. Такъ какъ, хотя Брандтъ и приводитъ нѣкоторыя данныя изъ которыхъ дѣлаетъ совершенно опредѣленный выводъ, что „die wärmern Meere weniger gebundenen Stickstoff enthalten als die kältern Meere“ и что въ теплыхъ моряхъ азотистыя соединенія находятся въ минимумѣ, но уже въ послѣдней своей статьѣ [2]) по интересующему насъ вопросу, у него замѣтна уже не такая увѣренность въ исключительномъ значеніи азотистыхъ веществъ для количества планктона и указывается на фосфорную кислоту и кремнекислоту, которыя тоже могутъ быть въ минимумѣ.

Гипотеза Брандта не могла, конечно, быть развитой безъ обоснованія нахожденія въ морской водѣ способныхъ въ ней развиваться денитрифицирующихъ бактерій. Изслѣдованіе воды моря въ этомъ направленіи должно было быть произведено, поэтому, по предложенію Брандта, подъ

[1]) Gazert, см. далѣе.

[2]) Brandt, Ueber die Bedeutung der Stickstoffverbindungen. Beihefte Bot. Centr. 1904.

его руководствомъ и наблюденіемъ было произведено Бауромъ первое изслѣдованіе денитрифицирующихъ бактерій, развивающихся въ морской водѣ.

Въ составъ почти всѣхъ экспедицій, снаряжаемыхъ германскимъ правительствомъ для изслѣдованія морей, входилъ со времени работъ Брандта бактеріологъ, который долженъ былъ производить изслѣдованія морской воды на денитрифицирующихъ бактерій. Вдохновителемъ всѣхъ этихъ изслѣдованій былъ профессоръ Брандтъ.

Бауръ [1]) выдѣлилъ денитрифицирующихъ бактерій изъ богатаго нитритомъ ила въ акваріумѣ съ морской водой въ кильскомъ зоологическомъ институтѣ. Для выдѣленія бактерій Бауръ примѣнилъ рыбный бульонъ съ азотисто-кислымъ кали (0,25%). Выдѣленіе газа у бактерій началось на 2-й день и на 6—10 день нитриты изъ культуръ исчезли.

Попытки выдѣлить денитрификатора путемъ разливокъ были неудачны и только случайно въ одной изъ пробирокъ, въ которую былъ сдѣланъ посѣвъ изъ колоніи, подмѣчено было выдѣленіе газа. При дальнѣйшемъ изслѣдованіи выяснилось, что въ эту пробирку попала смѣсь двухъ микроорганизмовъ, изъ которыхъ былъ одинъ денитрификаторъ, разлагающій нитриты лишь въ присутствіи другого микроорганизма (стимулянта). Найденный денитрифицирующій микроорганизмъ былъ названъ Бауромъ Bacterium Actinopelte. Присутствіе посторонняго микроорганизма или такъ назыв. „а" или одной свѣтящейся бактеріи полезно для даннаго процесса, по мнѣнію Баура, продуктами обмѣна. Убѣдиться въ этомъ можно было путемъ послѣдовательныхъ культуръ въ той же средѣ: сначало свѣтящихся бактерій, а затѣмъ посѣвомъ въ ту же простерилизованную среду B. Actinopelte; кромѣ того Бауръ подмѣтилъ, что изъ колоній B. Actinopelte вообще лучше развиваются тѣ, вблизи которыхъ появляется колонія другого микроорганизма. Это наблюденіе Баура, опубликованное имъ еще въ 1902 году, было подтверждено впослѣдствіи и надъ другими микроорганизмами.

Дальнѣйшими наблюденіями Баура удалось установить, что Bacterium Actinopelte развивается и въ чистыхъ культурахъ и производитъ разложеніе нитритовъ въ томъ случаѣ, когда среда содержитъ органическій источникъ углерода, но преимущественно углеводы. Кромѣ нитрита B. Actinopelte возстановляетъ нитраты, но эта способность не отличается особенной постоянностью и въ то время, какъ нѣкоторыя культуры возстановляютъ нитраты и нитриты, другіе возстановляютъ только нитриты. Газы, выдѣляемые B. Actinopelte, состоятъ изъ углекислоты, азота и N_2O, при чемъ преобладаетъ азотъ. Развитіе микроорганизма можетъ

[1]) Baur, E. Ueber zwei denitrifizierende Bakterien aus der Ostsee. Wissensch. Meeresunt. N. F. Bd. VI. Abt. Kiel. 1902. pag. 11.

идти и въ анаэробныхъ условіяхъ, но только въ средѣ содержащей или нитраты или нитриты, что же касается разложенія селитры, то оно лучше происходитъ при свободномъ доступѣ воздуха въ сосудахъ съ большой поверхностью.

Вторая денитрифицирующая бактерія была выдѣлена Бауромъ изъ ила добытаго въ кильской бухтѣ (возлѣ Heulboje) и названа имъ Bacterium lobatum. Эта форма разрушаетъ только нитриты, оставляя нитраты не тронутыми. Газы, выдѣляемые B. lobatum, при разрушеніи селитры, состоятъ изъ незначительнаго количества кислорода и CO_2, а такъ же азота и N_2O.

Такъ же какъ и B. Actinopelte, B. lobatum лучше развивается въ присутствіи углеводовъ. Въ чистыхъ культурахъ B. lobatum теряетъ способность разлагать нитриты уже черезъ нѣсколько недѣль.

Какъ для B. Actinopelte, такъ и для B. lobatum притокъ воздуха благопріятствуетъ ходу денитрификаціи. Эта форма погибаетъ при 42° Ц.

Отношеніе двухъ выдѣленныхъ бактерій къ температурамъ разобрано довольно подробно и, по моему мнѣнію, отнюдь не подтверждаетъ безъ всякихъ оговорокъ выводы самого Бранта. Культивируя Bacterium Actinopete и Bacterium lobatum въ бульонѣ съ азотисто-кислымъ натріемъ при температурахъ въ 25°, 15°, 4—5° и 0° Бауръ естественно, нашелъ, что при 25° и 15° процессъ денитрификаціи протекаетъ быстро и оканчивается скорѣе, чѣмъ при болѣе низкихъ температурахъ, но и при низкой температурѣ процессъ, хотя медленно, но происходитъ и притомъ не носитъ даже характера полной подавленности. Такъ, Bacterium Actinopelte не только развивался при температурѣ 4—5°, но образовалъ даже пѣну. Bacterium lobatum при 5° разлагалъ весь азотистокислый кальцій и не прекращалъ развитія даже при 0°, при которомъ шло образованіе пѣны, хотя нитритъ не былъ еще разложенъ послѣ 29 дней.

Работа Грана [2]), посвященная вопросу о возстановленіи нитратовъ и нитритовъ, вышла изъ дельфтской лабораторіи проф. Бейеринка. Авторъ изслѣдовалъ воду, добываемую еженедѣльно изъ моря между Гельдеромъ и Тексель въ теченіе августа—ноября 1901 года. Изъ воды было выдѣлено имъ нѣсколько видовъ бактерій, причемъ всѣхъ ихъ можно было по ихъ отношенію къ нитратамъ, раздѣлить на 4 группы:

1. Возстановляющихъ нитраты и нитриты до газообразнаго азота, безъ образованія амміака.

2. Возстановляющихъ нитраты до нитритовъ, которые затѣмъ тоже исчезаютъ, но безъ образованія свободнаго азота. Въ присутствіи сахара образуютъ амміакъ.

[1]) Brandt. K. Ueber den Stoffwechsel im Meere. II Abh. l. c. 1902. pag. 48—51.

[2]) Gran. H. H. Studien über Meeresbakterien. I. Reduction von Nitraten und Nitriten. Bergens Museums Aarbog. 1901. № 10.

3. Возстановляющія нитриты, которые постепенно исчезаютъ въ культурахъ; нитраты же совершенно ими не возстановляются, но могутъ служить въ то же время источникомъ азота.

4. Не возстановляющія нитраты и нитриты, которые только съ трудомъ могутъ служить источникомъ, азота, тогда какъ амміачныя соли являются, наоборотъ, хорошимъ источникомъ питанія.

Особаго вниманія заслуживаютъ по мнѣнію автора 3 вида: Bacillus Hensenii, который возстановляетъ нитраты и нитриты съ образованіемъ свободнаго азота, а также Bacillus repens и Bacillus trivialis, которые не образуютъ азота, но амміакъ.

Выдѣленныя формы настолько распространены въ морѣ у береговъ Голландіи, что могутъ быть очень легко найдены, а нѣкоторыя изъ нихъ напр. Bacillus trivialis, встрѣчаются буквально въ каждой пробѣ водѣ.

Чтобы убѣдиться въ томъ, что выдѣленныя вблизи береговъ формы дѣйствительно—обитатели моря, а не суши, Граномъ были поставлены спеціальные опыты съ посѣвами, какъ водой изъ моря, такъ и землей съ суши на среды съ 3% хлористаго натра и безъ него. Оказалось, что возстановленіе нитратовъ и вообще развитіе бактерій при посѣвахъ морской водой наблюдалось только въ средахъ съ 3% хлористаго натра, безъ котораго морскія формы совершенно не могли развиваться; наоборотъ сухопутныя формы (преимущественно Bacillus fluorescens non liquefaciens) развивались какъ съ хлористымъ натромъ такъ и безъ него. Такимъ образомъ можно было не сомнѣваться, что бактеріи, выдѣленныя изъ морской воды, дѣйствительно, морскіе виды.

Ходъ денитрификаціи зависитъ отъ нѣсколькихъ факторовъ, между которыми температура, кислородъ и питательныя вещества играютъ главнѣйшую роль.

Что касается температурныхъ условій, то для насъ имѣетъ значеніе указаніе Грана, что хотя при 5° Ц. возстановленіе нитратовъ идетъ медленно, но еще не вполнѣ пріостанавливается.

Вліяніе кислорода не выражается задерживающимъ образомъ на процессъ возстановленія нитратовъ, т. е. это наблюденіе находится въ полномъ соотвѣтствіи съ наблюденіями Баура [1]). Разница въ питаніи организмовъ, выдѣленныхъ Бауромъ и Граномъ—колосальна, такъ какъ Bacillus Hensenii Gran совершенно, напр., не развивается на мясномъ бульонѣ съ азотнокислымъ кали, въ то время, какъ виды, выдѣленные Бауромъ, только тогда развиваются хорошо, когда они получаютъ, какъ источникъ углерода: углеводы, маннитъ, глицеринъ или пропилалкоголь, кромѣ того пептонъ или амиды, вмѣстѣ съ нитритами и нитратами въ качествѣ источника азота.

[1]) Baur, l. c. pag. 18

Изъ своихъ опытовъ Гранъ заключаетъ, что въ естественныхъ условіяхъ родъ питательныхъ веществъ для денитрификаціи не имѣетъ значенія, если только имѣется на лицо достаточное количество углеродистыхъ питательныхъ веществъ. Въ морѣ развитію Bacillus Hensenii должна въ нѣкоторыхъ случаяхъ предшествовать дѣятельность Bacillus trivialis и Bacillus repens, такъ какъ углеводы очень медленно усваиваются Bacillus Hensenii, тогда какъ другія двѣ формы очень энергично разлагаютъ ихъ, образуя молочнокислыя соли, которыя являются прекрасной пищей для Bacillus Hensenii.

Въ заключеніе своей статьи Гранъ выражаетъ сомнѣніе въ особомъ значеніи денитрификаціи для открытаго моря, такъ какъ, пока, совершенно не извѣстно есть ли въ морѣ денитрифицирующія бактеріи; что же касается береговой полосы, гдѣ масса детрита органическаго происхожденія и куда съ суши приносится большое количество нитратовъ и нитритовъ, тамъ денитрификація, вызываемая морскими бактеріями, играетъ, вѣроятно, извѣстную роль.

При этомъ одна часть азота нитратовъ улетучивается въ видѣ свободнаго азота, другая же часть образуетъ амміакъ, который идетъ на образованіе бѣлковъ.

Позднѣе Гранъ изслѣдовалъ воду у береговъ Норвегіи и тамъ тоже нашелъ денитрифицирующихъ бактерій [1]).

Во время рейса „Holsatia“ въ Балтійскомъ морѣ въ сентябрѣ и октябрѣ 1901 года и во время „международныхъ рейсовъ“ для изслѣдованія морей въ маѣ 1902 г. тамъ же и въ Сѣверномъ морѣ подъ 56° 13′ N 7° 21′ E и 55° 21′ N 4° 18′ E были взяты д-ромъ Апштейнъ пробы воды и ила, изъ которыхъ, на пароходѣ же, были сдѣланы посѣвы въ питательную среду для денитрифицирующихъ бактерій, приготовленную, по указаніямъ Баура, изъ бульона (Muschelwasser) съ прибавленіемъ азотистокислаго натра. Сдѣланные посѣвы были переданы для дальнѣйшаго изслѣдованія Фейтелю, который и опубликовалъ полученные результаты [2]).

Изъ таблицы, находящейся въ статьѣ Фейтеля на стр. 94, видно, что денитрифицирующія бактеріи встрѣчаются въ морѣ въ большомъ количествѣ и, по всѣмъ вѣроятіямъ, въ каждомъ кубическомъ сантиметрѣ морской воды. При этомъ ихъ можно найти на всевозможныхъ глубинахъ въ 50, 111, 220 и 226 метровъ, какъ у береговъ, такъ и на разстояніи 100 километровъ отъ берега. Чаще, однако, встрѣчаются онѣ все же на днѣ и въ слояхъ воды надъ нимъ, т. е. тамъ гдѣ большее скопленіе органическаго вещества.

[1]) Gran, H. H. Havets bakterier og deres stofskifte. Bergen. 1903.

[2]) Feitel, R. Beiträge zur Kenntniss denitrifizierender Meeresbakterien. Wissensch. Meeresunt. N. F. Bd. VII. Abt. Kiel. 1903. pag. 89.

Фейтель считаетъ, что выдѣленныя изъ моря бактеріи могутъ быть отнесены или къ группѣ Trivialis, описанной Граномъ или же къ группѣ Actinopolte, описанной Бауромъ. Бактеріи группы Trivialis могутъ развиваться на средѣ Грана, въ которой источникомъ углерода является органическая кислота, встрѣчаются онѣ преимущественно въ верхнихъ слояхъ воды. Бактеріи группы Actinopolte развиваются въ бульонѣ съ нитритами и распространены повсюду, какъ въ Сѣверномъ, такъ и въ Балтійскомъ моряхъ, встрѣчаясь на всѣхъ глубинахъ [1]).

Что касается вліянія температуры на процессъ денитрификаціи, то въ опытахъ Фейтеля, поставленныхъ при сравнительно очень низкой температурѣ (0,3° Ц.), развитіе выдѣленныхъ имъ денитрифицирующихъ бактерій происходило и при этомъ наблюдалось даже образованіе газа, хотя и въ очень рѣдкихъ случаяхъ и съ необыкновенно сильнымъ запозданіемъ (напр. появленіе пузырьковъ газа наблюдалось на 110-й день) [2]).

Такимъ образомъ, существеннымъ результатомъ этой работы является доказанное присутствіе денитрифицирующихъ бактерій, не только въ непосредственной близости отъ береговъ, но и на сравнительно значительномъ отъ нихъ разстояніи.

Нельзя обойти молчаніемъ, что Фейтель, затрагивая вопросы важные для пониманія біологическихъ особенностей выдѣленныхъ имъ бактерій, касается ихъ настолько мимоходомъ, что получается впечатлѣніе полной неопредѣленности. Такъ, напр., доказывая способность прѣсноводныхъ денитрифицирующихъ бактерій развиваться въ морской водѣ, онъ говоритъ „такъ какъ описанные Бауромъ и мною изслѣдованные виды могутъ жить въ прѣсной водѣ, то мнѣ хотѣлось удостовѣриться не могутъ ли наоборотъ денитрифицирующія бактеріи, встрѣчающіяся въ прѣсной водѣ, существовать въ соленой водѣ“. Въ работѣ же своей Фейтель не приводитъ никакихъ опытовъ о способности морскихъ денитрифицирующихъ бактерій развиваться въ прѣсной водѣ, поэтому остается только предположить, что Фейтель дѣлалъ подобные опыты, но ихъ не описалъ, а ссылается на выводы изъ нихъ, какъ уже извѣстные. Остается не яснымъ также почему Фейтель, говоря о бактеріяхъ Баура (Bacterium Actinopolte и Bacterium lobatum) приписываетъ имъ обѣимъ способность разлагать нитраты, говоря „Beide Spezies zerstören Nitrate, bezw. Nitrite unter Gasentwicklung“ [3]), въ то время какъ Бауръ совершенно опредѣленно указываетъ, что Bacterium lobatum возстановляетъ только нитриты, совершенно не трогая нитраты: „B. lobatum zersetzt

[1]) См. таблицы II и III въ статьѣ Фейтеля.
[2]) Feitel, l. c. pag. 108.
[3]) Feitel, l. c. pag. 92.

auschliesslich Nitrite. Nitrate bleiben in Reinkulturen stets unangegriffen" [1]). Между тѣмъ надо имѣть въ виду, что обѣ работы вышли изъ одной и той же лабораторіи и близкое участіе въ нихъ принимали, какъ проф. Брандтъ, такъ и проф. Б. Фишеръ.

Число формъ денитрифицирующихъ бактерій Фейтель увеличилъ двумя новыми видами: Bacterium balticum и Bacterium ornatum, при чемъ отмѣчаетъ, что вообще принято совершенно напрасно культивировать бактерій въ слишкомъ концентрированныхъ средахъ, тогда какъ денитрификація идетъ тѣмъ быстрѣе, чѣмъ слабѣе концентрація питательной среды, приближающейся вслѣдствіе этого ближе по своему составу къ морской водѣ.

Нельзя не упомянуть также нѣсколько неожиданный выводъ Фейтеля, что Bacterium ornatum не только въ состояніи безъ вреда переносить прямой солнечный свѣтъ, но, какъ кажется, можетъ пользоваться имъ какъ источникомъ энергіи. Выводъ этотъ Фейтель дѣлаетъ на основаніи опыта, во время котораго въ пробиркахъ, стоящихъ на солнцѣ, средняя продолжительность денитрификаціи была 4 дня, а въ пробиркахъ, стоявшихъ въ темнотѣ—8 дней. Придавать значеніе заключенію Фейтеля о способности денитрифицирующихъ бактерій пользоваться солнечнымъ свѣтомъ, какъ источникомъ энергіи, едвали можно, не имѣя для этого какихъ либо данныхъ. Тѣмъ болѣе, что еще Лоранъ [2]) показалъ, что возстановленіе нитратовъ можетъ происходить подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта безъ участія микроорганизмовъ. Поэтому, болѣе быстрое окончаніе денитрификаціи на свѣту въ опытахъ Фейтеля можетъ быть объяснено, до извѣстной степени, совокупнымъ дѣйствіемъ микроорганизмовъ и солнечнаго свѣта. Такъ ли это, я не берусь, конечно, утверждать, но думаю, что заключеніе Фейтеля во всякомъ случаѣ не достаточно обосновано. Что касается того, что морскія бактеріи менѣе чувствительны къ солнечному освѣщенію, чѣмъ нѣкоторыя почвенныя и особенно патогенныя, то это предположеніе можно допустить съ болѣе значительнымъ вѣроятіемъ, такъ какъ несомнѣнно доказано присутствіе бактерій во всѣхъ моряхъ, не исключая тропиковъ, въ верхнихъ слояхъ воды, гдѣ онѣ, хотя и подвергаются воздѣйствію свѣта, но не теряютъ своей жизнеспособности.

Во время германской Южнополярной Экспедиціи Э. фонъ Дригальскаго въ 1901—1903 годахъ на «Gauss», какъ я уже имѣлъ случай

---

[1]) Baur, l. c. pag. 18.

[2]) Laurent, E. Réduction des nitrates par la lumière solaire. Bulletins de l'Académie Royale des Sciences des Belgiques. 3-me Série, T. 20. 1890. pag. 303 и Deuxième note. T. 21. 1891. pag. 337. Во второмъ сообщеніи Лоранъ говоритъ, что «Sous l'influence de la radiation solaire, une solution de nitrate dègage de l'oxygène; par conséquent, il y a reduction du nitrate en nitrite». pag. 342.

указать, были произведены спеціальныя работы по выясненію распредѣленія денитрифицирующихъ бактерій въ моряхъ у южнаго полюса [1]). Для выдѣленія служила питательная среда Баура и рыбный бульонъ на морской водѣ съ азотистокислымъ натріемъ и небольшимъ количествомъ крахмала. Работы вести было очень трудно вслѣдствіе большого количества зародышей плѣсневыхъ грибковъ, которые проникали повсюда и загрязняли разливки, сдѣланныя въ чашкахъ Петри. Число микроорганизмовъ, находящихся въ открытомъ океанѣ, было очень невелико (1—10 зародышей на 1 куб. сант.), а южнѣе Heard-Island въ немъ совершенно не было зародышей. Денитрифицирующія бактеріи хотя и были найдены въ нѣсколькихъ пробахъ, но въ точности своихъ наблюденій изслѣдователь не увѣренъ и говоритъ, что возможность загрязненія не исключена [2]).

Интересно наблюденіе, что въ лужахъ съ морской водой, куда попадали различные отбросы, можно было наблюдать обильное развитіе бактерій, хотя температура воды рѣдко была выше 0°. Въ этой водѣ среди другихъ бактерій встрѣчались денитрифицирующія бактеріи, которыя въ культурахъ при 15—20° въ 48 часовъ заканчивали денитрификацію при сильномъ образованіи пѣны. Въ пробахъ воды изъ ила (Schlammwasser) денитрифицирующія бактеріи были найдены нѣсколько разъ, однако и тутъ авторъ почему то подозрѣваетъ загрязненіе, не объясняя въ то же время какого характера могло быть это загрязненіе. Заключеніе автора таково, что хотя денитрифицирующія бактеріи, можетъ быть, и встрѣчаются, но въ такомъ незначительномъ числѣ, что ихъ вліяніе на количество азотистыхъ солей въ водѣ можно не принимать во вниманіе. Въ общемъ видно намѣреніе доказать правильность выводовъ Брандта, по совѣту котораго было произведено изслѣдованіе, несмотря даже на нахожденіе въ водѣ денитрифицирующихъ бактерій тамъ, гдѣ ихъ не должно бы быть по теоріи Брандта. Нахожденіе бактерій въ водѣ океана у полюса объясняется авторомъ, какъ «загрязненіе».

Въ слѣдующихъ своихъ сообщеніяхъ о произведенныхъ имъ бактеріологическихъ работахъ, Гацертъ даетъ дополнительныя свѣдѣнія,

---

[1]) G a z e r t, H a n s. Bakteriologischer Bericht. Die Deutsche Südpolaral—Expedition auf dem Schiff «Gauss» unter Leitung von E. von Drygalski. H. 5. 1903. Veröffentlichungen des Institut für Meereskunde.

Mitteil. über d. Vorkommen u. d. Tätigkeit der Bakterien im Meere. Verhandl. d. 15 Deutsch. Geographentages zu Danzig 1905. Berlin. 1905.

Untersuchungen über Denitrifikation und Nitrifikation im Meere während der Reise des «Gauss». Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903. Herausgegeb. von E. von Drygalski. VIII Bd. H. II. Berlin. 1909.

[2]) G a z e r t, 1903. l. c. pag. 156.

изъ которыхъ видно, что, несмотря на большое количество взятыхъ пробъ (148) изъ различныхъ мѣстъ моря и съ различныхъ глубинъ, ясную денитрификацію съ образованіемъ пѣны можно было наблюдать въ единичныхъ случаяхъ (два раза въ водѣ и пробахъ грунта изъ открытаго океана). Въ остальныхъ случаяхъ ему хотя и приходилось наблюдать исчезновеніе нитратовъ, но безъ образованія пѣны. Основываясь на этихъ наблюденіяхъ Гацерта Геббингъ говоритъ: «Auf Grund der bisherigen Untersuchungen wird die ausschlaggebende Tätigkeit denitrifizierender und nitrifizierender Bakterien im Meere sehr zweifelhaft [1]).

Въ 1906 году Натанзонъ [2]) сообщилъ, что онъ нашелъ денитрифицирующихъ бактерій въ Неаполитанскомъ заливѣ, а въ 1908 году Кюль [3]) нашелъ, что морской илъ, взятый изъ глубины 20 сант. (Watterde изъ Dollartschlich) сильно денитрифицируетъ.

Въ 1904 году вышла интересная работа Ванъ-Итерсона [4]) о разложеніи целлюлозы аэробными микроорганизмами. Изъ его опытовъ видно, что целлюлоза можетъ служить источникомъ углерода для денитрификаціоннаго процесса. Ходъ этого процесса можно представить въ видѣ слѣдующей формулы:

$$5\,C_6H_{10}O_5 + 24\,KNO_3 = 24\,KHCO_3 + 12\,N_2 + 6\,CO_2 + 13\,H_2O$$

$$C_6H_{10}O_5 + 8\,KNO_2 = 4\,KHCO_3 + 2\,K_2CO_3 + 4\,N_2 + 3\,H_2O$$

При этомъ, если среда слабо щелочная, главную роль играютъ бактеріи, а если слабо кислая, грибки.

Процессъ идетъ при слабомъ доступѣ воздуха съ образованіемъ азота и углекислоты. Итерсонъ говоритъ, что въ морѣ встрѣчаются, по всѣмъ вѣроятіямъ, бактеріи, которыя возстановляютъ селитру въ присутствіи целлюлозы [5]). Если морской водой дѣлать посѣвы на фильтровальную бумагу, смоченную $MgNH_4PO_4$ и K_2HPO_4, то при доступѣ воздуха развивается Bacillus ferrugineus въ симбіозѣ, обыкновенно, съ желтымъ микрококкомъ.

Въ 1906—07 году на «Planet» [6]) были произведены бактеріологическія изслѣдованія въ Атлантическомъ и Индійскомъ океанахъ. Инта-

---

[1]) Gebbing, J. Ueber den Gehalt des Meeres an Stickstoffnährsalzen. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie. Bd. III. 1910—11. pag. 51.

[2]) Nathansohn, A. Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegung. Abh. d. mathem. phys Klasse d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. 29. 1906. pag. 364.

[3]) Kühl, Hugo. Beitrag zur Kenntnis des Denitrifikationsprozesses. Centr. f. Bakter. II. Abt. Bd. XX. 1908. pag 258.

[4]) Van Iterson jr., C. Die Zersetzung von Cellulose durch aërobe Mikroorganismen. Centr. für. Bakt. II Abt. Bd. 1904. pag. 689.

[5]) Iterson, l. c. pag. 691.

[6]) Forschungsreise S. M. S. «Planet» 1906—07. IV Bd. Biologie von Dr. Gräf. Berlin. 1909.

тельныя среды (Баура, Грана и ихъ модификаціи) были приготовлены предъ отъѣздомъ изъ Киля въ концентрированномъ видѣ и потомъ, по мѣрѣ надобности, разбавлялись морской водой. Эти бактеріологическія изслѣдованія были такъ же, какъ и другія подобныя изслѣдованія, предприняты по совѣту и указаніямъ проф. Брандта. Авторъ выдѣлилъ изъ моря подъ тропиками 17 видовъ бактерій, которыхъ относитъ къ роду Denitrobacterium; онъ даетъ ихъ описаніе, снабженное рисунками, но при всемъ желаніи разобрать его описаніе и его рисунки, это не представляется возможнымъ, до того все исполнено неумѣло или небрежно. Рисунки культуръ бактерій и ихъ колоній, находящіеся на нѣсколькихъ таблицахъ, крайне не совершенны по исполненію и я очень бы хотѣлъ обойти молчаніемъ эту работу, изданную германскимъ морскимъ министерствомъ на прекрасной мѣловой бумагѣ.

Для Грэфа нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что количество азотистыхъ соединеній въ морѣ зависитъ отъ дѣятельности не только денитрифицирующихъ, но и нитрифицирующихъ бактерій «Ich vermute, dass dabei ausser der grösseren Labilität dieser Stickstoffverbindung die denitrifizierenden Bakterien bezw. die nitrifizierenden von einer gewissen Bedeutung sind (schnellere und intensivere Assimilation). Die Tätigkeit dieser Bakterienarten halte ich auch für die Ursache des so markanten Unterschieds in den Werten der hier analysierten Stickstoffverbindungen bei den Wasserproben aus 1000 m Tiefe, obwohl die Temperatur an allen 4 Entnahmstellen ungefähr 4,4° C. betrug».

Дѣйствительно, тѣ кривыя, которыя рисуетъ Грэфъ, наглядно говорятъ, что количество азотистыхъ соединеній увеличивается съ глубиной и уменьшается съ повышеніемъ [1]) температуры воды, такъ что даваемыя имъ кривыя вполнѣ подтверждаютъ гипотезу Брандта. Химическія свѣдѣнія несомнѣнно заслуживаютъ вниманія, чего совершенно нельзя сказать о бактеріологическихъ изслѣдованіяхъ.

Изъ этого обзора важнѣйшихъ литературныхъ данныхъ о денитрификаціи въ моряхъ видно, что къ 1906 году, когда были начаты бактеріологическія изслѣдованія Мурманской Научно-Промысловой Экспедиціей, существовали изслѣдованія Баура, Грана и Фейтеля, работы Гацерта были опубликованы лишь отчасти, изслѣдованія Грэфа только начинались. Слѣдовательно вполнѣ возможно было сомнѣваться въ продуктивности изслѣдованія Сѣвернаго Ледовитаго Океана. Сомнѣнія тѣмъ болѣе были умѣстны, что гипотеза Брандта находила какъ бы подтвержденіе въ тѣхъ фактическихъ данныхъ, которыя были представлены названными изслѣдователями.

---

[1]) Gräf, Forschungsreise S. M. S. «Planet». pag. 9.

Мои наблюденія въ Ледовитомъ Океанѣ надъ распространеніемъ въ немъ денитрифицирующихъ организмовъ дали, для меня по крайней мѣрѣ, неожиданный результатъ. Границы распространенія денитрифицирующихъ бактерій оказались болѣе широкими, чѣмъ можно было думать. Оказалось, также, что денитрифицирующія бактеріи изъ заполярнаго моря могутъ развиваться при очень низкихъ температурахъ, медленно, но явно возстановляя селитру при температурахъ близкихъ къ 0° (1—3° Ц).

При дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ денитрифицирующихъ бактерій мнѣ казалось желательнымъ сравнить формы, выдѣленныя изъ Сѣвернаго Ледовитаго Океана съ бактеріями изъ другихъ басейновъ, съ этой цѣлью я воспользовался представившимися мнѣ случаями изслѣдовать воду Балтійскаго, Чернаго и Мраморнаго морей.

Изслѣдованіе пробъ воды изъ Балтійскаго моря было произведено въ 1908—1909 году, подъ моимъ руководствомъ, Д. А. Парландтъ [1]). Результатомъ этого изслѣдованія явилось описаніе трехъ новыхъ видовъ бактерій, названныхъ въ честь первыхъ изслѣдователей морскихъ денитрифицирующихъ бактерій: Bacterium Bauri, Bacterium Grani и Bacterium Feiteli. Въ томъ же году было опубликовано изслѣдованіе о денитрифицирующихъ бактеріяхъ изъ Чернаго моря, произведенное моимъ ученикомъ С. А. Ростовцевымъ вмѣстѣ со мной [2]). Въ этомъ изслѣдованіи описано двѣ формы денитрифицирующихъ бактерій, изъ которыхъ одна типичный денитрификаторъ.

Наконецъ во время моей поѣздки вдоль южнаго (анатолійскаго) берега Чернаго моря удалось установить повсемѣстное распространеніе денитрифицирующихъ бактерій въ Черномъ морѣ, а въ Мраморномъ морѣ удалось найти вблизи Принцевыхъ острововъ типичнаго денитрификатора, образующаго весьма характерныя колоніи на питательной желатинѣ.

Когда моя работа была закончена и сдана въ печать, мнѣ удалось ознакомиться съ работой англійскаго изслѣдователя Дрю [3]) надъ денитрифицирующими бактеріями изъ различныхъ частей Атлантическаго океана. Дрю примѣнялъ различныя среды, какъ Грана и Баура, такъ и пептонный бульонъ съ селитрой и изслѣдовалъ пробы воды, взятой у

[1]) Парландтъ, Д. А. О нѣсколькихъ денитрифицирующихъ бактеріяхъ изъ Балтійскаго моря. Извѣстія Имп. Спб. Бот. сада. 1911. стр. 97.

[2]) Исаченко, Б. Л. и студентъ Ростовцевъ, С. А. Денитрифицирующія бактеріи изъ Чернаго моря. Извѣстія И. Спб. Ботан. сада. 1911. стр. 91.

[3]) Drew, G. Harold. The Action of some Denitrifying Bacteria in Tropical and Temperate Seas, and the Bacterial Praccipitation of Calcium Carbonate in the Sea. Journal of the marine biological association of the united Kingdoom. 1911.

Drew, G. H. On the precipitation of Calcium carbonate in the Sea by Marine Bacteria, and on the Action of Denitrifying Bacteria in Tropical and Temperate Seas. Journal of the marine biological association of the united Kingdoom. № 4. 1913.

береговъ Англіи, вблизи Ямайки, въ Мексиканскомъ заливѣ и т. д. и нашелъ денитрифицирующихъ бактерій. Опредѣляя число бактерій въ 1 куб. сант. Дрю выяснилъ, что наибольшее ихъ число встрѣчается на глубинѣ 140 ярдовъ, т. е. приблизительно на той глубинѣ, съ которой и я бралъ пробы воды для изслѣдованія. Денитрифицирующія бактеріи преобладали въ числѣ по сравненію съ другими бактеріями. Возстановленіе нитратовъ съ образованіемъ газообразнаго азота происходило при температурахъ болѣе высокихъ, чѣмъ температура воды, а образованіе нитритовъ при сравнительно болѣе низкихъ.

Собственныя изслѣдованія.

Для выдѣленія денитрифицирующихъ бактерій изъ морской воды мною были приготовлены слѣдующія питательныя среды:

среда Баура [1]):

Бульонъ изъ Mytillus.	100	кс.
Пептонъ.	2	гр.
Азотистокислый кальцій	0,25	„

среда Грана [2]):

Морская вода.	100	
Яблочнокислый кальцій	0,5	гр.
Азотнокислый калій.	0,1	„
Фосфорнокислый калій	0,05	„

Среды разлиты были по пробиркамъ и простерилизованы. Онѣ предназначались для выдѣленія изъ воды какъ бактерій, требующихъ для развитія среду, обильную сложными органическими веществами, такъ и бактерій, развивающихся въ менѣе сложной средѣ. Посѣвъ изъ пробы воды производился въ пробирку стерилизованной пипеткой въ количествѣ 1 куб. сант. (рѣдко въ большемъ количествѣ). Пробы воды добывались: съ поверхности океана (собственно съ глубины 2—5 метровъ), съ глубины 100 метровъ и изъ придоннаго слоя воды (слѣдовательно, въ зависимости отъ мѣста съ разной глубины), посѣвы производились, какъ этой водой, такъ и грунтомъ, если только удавалось его достать приборомъ Брейтфуса. Посѣвы всякій разъ дѣлались какъ на среду Баура, такъ и на среду Грана.

Судить на мѣстѣ, по начавшемуся выдѣленію газовъ, о ходѣ броженія—не пришлось, такъ какъ, вскорѣ послѣ посѣва (дней черезъ 5—7), пробирки, стоявшія при низкой температурѣ лабораторіи на пароходѣ, необходимо было запаять для отправки въ Петербургъ. Вслѣдствіе этого первый моментъ развитія бактерій въ средахъ остался не подмѣченнымъ. По пріѣздѣ въ Петербургъ, пробирки съ культурами были въ

[1]) Baur, l. c. pag. 21.
[2]) Gran, l. c. pag. 6 и 7.

разное время вскрыты со всѣми предосторожностями и изъ нихъ сдѣланы пересѣвы или на рыбный бульонъ (3% морской соли, пептона—0,5% и KNO_3—0,1%) или же на среду Гильтая [1]) съ прибавленіемъ хлористаго натрія:

Дестиллированной воды	100 к. с.
Виноградного сахара	0,2 гр.
Лимонной кислоты	0,5 „
Азотнокислаго калія	0,2 „
Сѣрнокислой магнезіи	0,2 „
Фосфорнокислаго калія	0,2 „
Хлористаго кальція.	0,02 „
Хлорнаго желѣза	слѣды
Хлористаго натрія	3 гр.

Среда нейтрализовалась двууглекислымъ натріемъ [2]) и наливалась въ пробирки почти до верху, такъ какъ образованіе газовъ и пѣны шло лучше при болѣе высокомъ слоѣ жидкости. Въ анаэробныхъ же условіяхъ (въ приборѣ Омелянскаго или въ склянкахъ герметически закупоренныхъ) развитія денитрифицирующихъ бактерій не происходило, но объ этомъ еще придется говорить.

Выдѣленныя изъ воды Сѣвернаго Ледовитаго океана бактеріи могутъ быть раздѣлены на слѣдующія группы:

Группа А.

(Азотъ въ питательной средѣ въ видѣ азотнокислыхъ или азотистокислыхъ солей).

1. Бактеріи, возстановляющія нитраты и нитриты съ образованіемъ газообразнаго азота.

2. Бактеріи, возстановляющія нитриты съ образованіемъ газообразнаго азота.

3. Бактеріи возстановляющія нитраты въ нитриты.

Группа Б.

(Азотъ въ питательной средѣ въ видѣ азотнокислыхъ или азотистокислыхъ солей и въ пептонѣ).

4. Бактеріи, возстановляющія нитраты и нитриты съ образованіемъ газообразнаго азота.

5. Бактеріи, возстановляющія нитраты въ нитриты и амміакъ.

6. Бактеріи, возстановляющія нитраты въ нитриты.

[1]) Giltay et Aberson, Recherches sur un mode de dénitrification. Archives néerlandaises de sc. nat. T. XXV. 1892. pag. 341.

[2]) Бартель (Barthel, Chr. Bodenbakteriologische Untersuchungen. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XXV. 1909. pag. 108) говоритъ «среда Гильтая должна быть нейтрализована, обыкновенно на это не указываютъ».

Несомнѣнно, что свойство возстановлять въ мясномъ или рыбномъ бульонѣ азотнокислыя соли присуще, вообще, многимъ морскимъ бактеріямъ; свойство это, какъ я уже указывалъ, было давно подмѣчено Бейеринкомъ, Ферноn, Б. Фишеромъ. Изъ бактерій, встрѣчающихся въ водѣ Сѣвернаго Ледовитаго океана, способность возстановлять азотно-



Рис. 15. Обозначенія: цифры — №№ станцій. Ек. г. — Екатерининская гавань. К — Озеро Могильное, на о. Кильдинъ. М — Малыя Кармакулы.

кислыя соли такъ же свойственна многимъ формамъ, встрѣченнымъ мною на различныхъ глубинахъ, какъ въ теплыхъ, такъ и въ холодныхъ теченіяхъ, какъ въ открытомъ океанѣ, такъ и въ береговой полосѣ.

Въ береговой полосѣ бактеріи, способныя возстановлять нитраты и образовывать въ пептонномъ бульонѣ амміакъ, были обнаружены мною:

въ Екатерининской гавани, возлѣ южнаго берега Кильдина [1]), на станціи 1403 у береговъ Мурмана (69°04′N 40°16′E), въ водѣ Югорскаго шара, въ водѣ изъ Карскаго моря, у береговъ Новой Земли, недалеко отъ Бѣлушьей губы и въ пробѣ воды изъ Малыхъ Кармакулъ [2]). Въ водѣ открытаго океана бактеріи возстановители селитры, встрѣчаются, какъ это видно изъ прилагаемой карты, на станціяхъ 1372, 1354, 1356 и 1364, т. е., до 73° N. Слѣдовательно, какъ я думаю, можно имѣть право говорить о широкомъ распространеніи въ водѣ океана организмовъ, возстановляющихъ азотнокислыя соли; они едва ли представляютъ здѣсь случайное явленіе. Какъ бы ни былъ мало энергиченъ отдѣльный организмъ, вмѣстѣ съ другими организмами, обладающими тѣми же свойствами, онъ является силой, съ которой считаться приходится и, если существованіе ихъ въ океанѣ возможно, то и вліяніе ихъ на круговоротъ азота должно выразиться совершенно опредѣленнымъ образомъ.

Добывая пробы воды съ разныхъ глубинъ и находя денитрифицирующихъ бактерій почти повсюду, я не нашелъ типичныхъ денитрификаторовъ лишь на поверхности океана. Какъ ни соблазнительно объяснить отсутствіе здѣсь денитрифицирующихъ бактерій продолжительнымъ дѣйствіемъ солнечнаго свѣта, въ теченіе 24 часовъ непрерывно посылающаго лучи на поверхностные слои воды, я воздержусь отъ этого, такъ какъ въ число намѣченныхъ мною задачъ не входило количественное изслѣдованіе числа бактерій, встрѣчающихся на различныхъ глубинахъ, кромѣ того, я остерегаюсь дѣлать выводъ на основаніи отрицательнаго результата, полученнаго при моихъ, сравнительно очень непродолжительныхъ, изслѣдованіяхъ на мѣстѣ. Отмѣтить же этотъ фактъ для будущихъ изслѣдованій считаю весьма необходимымъ. И такъ, за исключеніемъ поверхностныхъ слоевъ воды, бактеріи были найдены мною на всѣхъ почти глубинахъ вплоть до дна океана.

Изъ числа этихъ бактерій нѣкоторыя обладали ясно выраженной денитрифицирующей способностью, большинство же принадлежало къ группѣ аммонизаторовъ. При этомъ большинство изъ нихъ разлагаетъ азотнокислыя соли съ образованіемъ азотистокислыхъ солей и аммiака; разложеніе азотистокислыхъ солей до полнаго исчезновенія азота не доходитъ.

---

[1]) Кромѣ пробъ, взятыхъ мною въ 1906 году, я, благодаря любезной помощи К. М. Дерюгина, Е. С. Зиновой и К. А. Френкеля, получилъ свѣжій матеріалъ въ 1911 г., при чемъ какъ амфаретовый илъ изъ Екатерининской гавани, такъ и илъ изъ Ледовитаго океана съ глубины 60 саж. на сѣверо-востокъ отъ Кильдина содержали типичныхъ денитрификаторовъ.

[2]) Приношу сердечную благодарность Н. А. Симановскому, доставившему мнѣ, по моей просьбѣ, пробу воды изъ океана вблизи Малыхъ Кармакулъ.

	Глубина въ метрахъ.	Названіе бактерій, разлагающихъ селитру.	Среда Гильтая.			Мясопептонный бульонъ съ KNO_3.		
			Разложеніе KNO_3 съ образованіемъ:					
			Газообразный азотъ.	Нитритъ и NH_3.	Нитритъ.	Газообразный азотъ.	Нитритъ и NH_3.	Нитритъ.
Станція 1354	0		—	—	—	—		
70° 30′ 30″ N.	100	B. papillare.	—	—	+	—	—	+
36° 38′ E.	175	M. boreus.	—	—	—	—	+	—
	»	M. centropunctatus.	—	—	—	—	+	—
	»	B. Barentsianum.	+	—	—	—	—	+
Илъ	182	B. arcticum.	—	—	+	—	—	—
Станція 1356	0		—	—	—	—	—	—
71°48°N	100	M. minutissimus.	—	—	—	—	+	—
39°00′E	»	B. Breitfussi.	—	—	+	—	+	—
	360		—	—		—	—	—
Илъ	370		—	—	—	—	—	—
Станція 1364	0			—	—		—	—
73°00′N	100	B. Barentsianum.	+	—	—	—	—	+
48°00′E.	250		—	—	—	—	—	—
Илъ.	256		—		—	—	—	—
Станція 1366	0		—	—	—	—	—	—
71°48′N	100	M. marinus.	—	—	—	—	+	—
50°29°E	»	B. Beijerincki.	+	—	—	—	—	+
Груптъ?	103		—	—	—	—	—	
Станція 1370	0		—	—	—	—	—	—
70°27′N								
42°20′E.	65			—	—	—	—	—
Груптъ?	68			—	—	—	—	—
Станція 1372	0	B. Knipowitschi.	—	—	+	—	—	—
69°40′N	100		—		—	—	—	—
34°10′E	175	B. Barentsianum.	+	—	—	—	—	+
Грунтъ?	180		—	—	—	—	—	—
Станція 1380 Югорскій шаръ	илъ.	B. Beijerincki.	+	—	—	—	—	+
Станція 1403 69°04′N 40°16′E	илъ.	B. Beijerincki.	+	—	—	—	—	+
Екатерининская гавань	0	B. flavum.	—		+	—	—	+
	2	B. Breitfussi.	—	—	—	—	+	—
	20		—	—	—	—	+	—
	39	M. Catarinesis.	—	—	—	—	[illegible]	—
Илъ	40	B. Linkoi.	+	—	—	—	—	—
	»	B. Barentsianum.	+	—	—	—		+
Могильное озеро. Станція 1353	15	B. Fauseki.	—	—	+	+	—	—
Малыя Кармакулы.	10	B. Barentsianum.	+	—	—	—	—	+
	»	B. Beijerincki.	+	—	—	—	—	+

Для выдѣленія денитрифицирующихъ бактерій изъ грунта, были взяты въ 1906 году пробы его: въ Екатерининской гавани съ „Андрея Первозваннаго", на станціяхъ 1354 (70°30′30″N 36°38′E), 1356 (71°48′N 39°00′E), 1380 (Югорскій шаръ) и 1403 (69°04′N 40°16′E). Посѣвъ частицы грунта величиной въ 1—2 гр. былъ сдѣланъ на среду Гильтая. Денитрификація началась съ образованіемъ газовъ и пѣны въ пробиркахъ, засѣянныхъ пробами: изъ Екатерининской гавани и со станцій 1380 и 1403, т. е. со станцій, расположенныхъ сравнительно не далеко отъ берега (разстояніе отъ берега станціи 1403 можетъ приблизительно равняться 50—60 морск. мил.). Въ пробахъ со станцій 1354 и 1356 денитрификаціи наблюдать не пришлось, питательная среда съ посѣвомъ грунта со станціи 1356 осталась прозрачной, развитія бактерій въ ней не было видно, въ посѣвѣ грунта со станціи 1354 бактеріи развились, но денитрифицирующихъ, образующихъ газъ, не было. Придонная вода на этихъ станціяхъ имѣла температуру + 1,89° (1354) и — 1,84° (1356). Что касается пробъ съ тѣхъ станцій, гдѣ денитрификація была обнаружена, то бактеріи въ пробахъ грунта, взятыхъ въ 1906 году, сохранили свою жизнеспособность болѣе 4 лѣтъ, вплоть до конца 1910 года. Пробы въ теченіе всего этого времени находились въ стерильныхъ стеклянныхъ цилиндрикахъ, закупоренныхъ корковой пробкой, залитой парафиномъ. Хранились онѣ въ лабораторіи, такъ что температура была сравнительно ровная и ниже 12° Ц. не спускалось. Пробы, какъ мнѣ приходилось указывать, имѣли видъ длинныхъ цилиндрическихъ червеобразныхъ кусковъ грунта.

Черезъ 4 года—18 ноября 1910 года—изъ этихъ пробъ былъ сдѣланъ посѣвъ на среду Гильтая съ KNO_3; пробирки поставлены затѣмъ въ термостатъ; денитрификація началась въ нихъ въ обычное время, какъ если бы пробы были только что взяты со дна океана и не проежали въ лабораторіи 4 года.

Проба.	Время посѣва.	Денитрификація.	
		21.XI	6.XII
Екатерининская гавань.	18.XI.10	Муть, грибокъ.	Сильная пѣна. Тромсдорфъ +
Станція 1380.	18.XI.10	Муть, сильный газъ.	Тромсдорфъ — Дифениламинъ —
Станція 1403.	6 XII.10	18.XII газъ.	Тромсдорфъ — Дифениламинъ —

Энергичнѣе всего шло возстановленіе селитры въ пробиркѣ съ посѣвомъ грунта со станціи 1380. Въ этой пробиркѣ процессъ ясно былъ замѣтенъ на 3 день.

Проба грунта со станціи 1403 имѣла видъ сухого песка; не смотря на это и здѣсь возстановленіе азотнокислыхъ солей началось, хоть и не сразу въ первые дни, но все же на 12 день оно было ясно замѣтно [1]). Сравнительно поздно началась денитрификація въ посѣвѣ изъ пробы со дна Екатерининской гавани, но это запозданіе было замѣтно только въ первомъ посѣвѣ, въ пересѣвахъ же она начиналась на 3 день. Изъ пробирокъ были сдѣланы разливки и уже къ 26 декабря 1910 года были получены чистыя культуры, оказавшіяся тождественными съ выдѣленными ранѣе изъ этихъ же пробъ культурами бактерій. Возстановленіе нитратовъ начиналось на 3 день.

Въ посѣвахъ на питательныхъ средахъ бактеріи сохранили свою жизнеспособность, повидимому, гораздо хуже, чѣмъ въ образцахъ грунтовъ, такъ какъ въ пробиркахъ, въ которыя посѣвъ водой былъ сдѣланъ одновременно со взятіемъ пробы ила, бактеріи, хотя въ началѣ и развились, но вскорѣ погибли и пересѣвы изъ нихъ на новыя среды остались стерильны. Это особенно было замѣтно въ посѣвахъ изъ воды Екатерининской гавани: бактеріи на питательныхъ средахъ довольно скоро гибли въ томъ случаѣ, когда долгое время оставались безъ пересѣвовъ. Но такая гибель бактерій наблюдалась на мясныхъ или рыбныхъ средахъ, на средахъ же Гильтая культуры долго сохраняли свою жизнеспособность,—такъ посѣвы изъ старыхъ культуръ, стоявшихъ безъ пересѣвовъ въ теченіе 7 мѣсяцевъ, при пересѣвѣ на новую среду, снова энергично денитрифицировали. Необходимо, однако, при этомъ дѣлать посѣвъ возможно большимъ количествомъ осадка, образующагося на днѣ пробирки. Посѣвы же платиновой петлей оказываются, иногда, совершенно стерильными; если слить съ осадка старую питательную среду и налить на него свѣжую, то денитрификація снова начинается. Исторія культуръ, изъ которыхъ одна оставалась безъ пересѣвовъ 7 мѣсяцевъ, а другая 4 и 7 мѣсяцевъ, видна изъ приводимыхъ мною таблицъ. Изъ таблицъ можно видѣть, что одна культура въ теченіи болѣе года (13 мѣсяцевъ) была пересѣяна 12 разъ (12 генерацій) и денитрифицирующая способность ея на средѣ Гильтая не уменьшилась.

[1]) Lemmermann, O., Fischer, H., Kappen und Blanck, E. Bakteriologisch-chemische Untersuchungen. Landw. Jahrb. pag. 319. 1909. Въ этой работѣ находится указаніе, что денитрификація наблюдалась при употребленіи высушенной почвы.

Bacterium Barentsianum.

Культура №№.	19	45	51	91	115	175.	180	193	209	214	252	318
Посѣвъ.	10.X	19.X	22.X	30.X	7.XI	29.XI	6.XII	14 XII	23.I	29.I	16.IV	15.XI
Результаты.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.

Другая культура въ теченіе 11 мѣсяцевъ была пересѣяна 4 раза (4 генераціи), при чемъ промежутки между пересѣвами, какъ это видно изъ таблицы, были неодинаковы по продолжительности, не смотря на это ея способность разлагать селитру замѣтно не уменьшилась.

Bacterium Beijerinki

Культура №№.	26	261	298	304
Посѣвъ.	10.X	21.V	29.V	14.IX
Результатъ. . . .	газъ.	газъ.	газъ.	газъ.

Такимъ образомъ среди денитрифицирующихъ бактерій мы находимъ организмы, способные долго сохранять присущее имъ свойство вызывать возстановительный процессъ, чѣмъ они рѣзко отличаются отъ другихъ бродильныхъ организмовъ, быстро теряющихъ свои ферментативныя свойства.

Въ Екатерининской гавани денитрифицирующія бактеріи распространены во всѣхъ слояхъ воды и находятся какъ на поверхности, такъ и на днѣ въ илу (см. таблицу на стр. 127). Въ верхнихъ слояхъ воды мною найдены виды, развивающіеся на бульонѣ съ селитрой, а на днѣ въ илу виды, развивающіеся на средѣ Гильтая. Я сдѣлалъ нѣсколько посѣвовъ иломъ и каждый разъ безъ исключенія получалъ типичную денитрификацію; такъ какъ количество взятаго для посѣва ила было различно по величинѣ и было иногда настолько мало, сколько могла только захватить платиновая игла, то надо думать, что число денитрифицирующихъ бактерій въ илу не малое.

	Время.	T°.	
Поверхность	14.VII.	11°	Разложеніе селитры въ рыбномъ бульонѣ съ образованіемъ азотисто-кисл. солей.
Глубина 2 м.	16.VII.	10,4°	Возстановленіе селитры въ средѣ Гильтая съ образованіемъ азота и въ рыбномъ бульонѣ съ образованіемъ азотисток. солей.
20 »	»	—	
39 »	»	0,95°	
Илъ 40 »	»	—	Возстановленіе селитры въ средѣ Гильтая съ образованіемъ азота.
Амфарестовый илъ въ С.-В. части гавани (взятъ К. Френкель). .	12.IX	—	Возстановленіе селитры въ средѣ Гильтая съ образованіемъ азота. Пѣна на 4-й день.

Выдѣленныя мною денитрифицирующія бактеріи развивались въ пробиркахъ, наполненныхъ до ²/₃ питательной средой (вышина слоя жидкости—10 сант.). Появленіе пузырьковъ газа и образованіе пѣны наблюдалось, обыкновенно, на 3 день при температурѣ 25—30° Ц., первые пузырьки газа были замѣтны иногда и на 2 день послѣ посѣва. Выдѣленіе газа происходило изъ осадка со дна пробирки и первое время послѣ начала развитія при легкомъ встряхиваніи пробирки количество выдѣляющагося газа замѣтно увеличивалось, а затѣмъ прекращалось. Пѣна, образующаяся надъ поверхностью жидкости постепенно увеличивается и достигаетъ, въ видѣ большихъ пузырей, до ватной пробки, приподнимая къ верху развившуюся пленку. При уменьшеніи слоя питательной среды (до 6 сант.) образованіе пѣны видимо запаздывало. Процессъ принималъ какъ бы болѣе затяжной характеръ. Въ свою очередь запаздывало окончаніе процесса разложенія селитры. Нагляднѣе всего это можно было видѣть въ двухъ, одновременно сдѣланныхъ, посѣвахъ: при вышинѣ питательной жидкости въ 10 сант. полное разложеніе селитры оканчивалось на 7—8 день, а при вышинѣ въ 6 сант. еще на 20 день въ пробиркѣ были соли азотной кислоты.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда я наполнялъ питательной средой Гильтая не пробирку, а колбу съ газоотводной трубкой, закрытой ртутью, при чемъ питательная среда была налита до самой пробки, я не могъ подмѣтить начало процесса развитія бактерій, ртуть начинала медленно подниматься по газоотводной трубкѣ, что ясно указывало на поглоще-

ніе воздуха (кислорода), находящагося въ трубкѣ, тѣми бактеріями, которыя были въ колбѣ и развитіе которыхъ, вѣроятно, едва начиналось. Газы не выдѣлялись. Такъ продолжалось больше мѣсяца (5. XI—12. XII) но достаточно было конецъ газоотводной трубки вынуть изъ ртути, какъ, вмѣстѣ съ притокомъ воздуха, появлялось замѣтное развитіе бактерій и образованіе пѣны съ сильнымъ выдѣленіемъ газа. Въ контрольныхъ же посѣвахъ въ пробирки образованіе газа и конецъ денитрификаціи наступили въ обыкновенные сроки (на 6-й день вся селитра въ пробиркѣ была разложена).

Постоянно наблюдавшееся явленіе задержки денитрификаціи при прекращенномъ притокѣ воздуха, равно какъ и замедленіе денитрификаціи при сравнительно большомъ притокѣ воздуха, указывало, что оптимальныя условія для денитрификаціи находятся при такъ называемыхъ микроаэрофильныхъ условіяхъ.

Результаты, полученные изслѣдователями, изучавшими отношеніе процесса денитрификаціи къ притоку кислорода воздуха, не всегда одинаковы и выводы дѣлаемые изъ добытыхъ данныхъ діаметрально, иногда, противоположны. Такъ, напр., еще Дегеренъ указывалъ, что денитрификація идетъ быстрѣе безъ доступа кислорода, то же самое констатировали Гайонъ и Дюпети [1]). Бурри и Штуцеръ [2]) наблюдали у Bacterium denitrificans I въ отсутствіи кислорода образованіе азотистокислыхъ солей безъ выдѣленія газообразнаго азота, а Bacillus denitrificans II, наоборотъ, совершенно терялъ при доступѣ кислорода свою денитрифицирующую способность.

Сходные въ общемъ результаты были получены Вейсенбергомъ [3]); за то Кюнеманъ [4]) получилъ для Bacillus denitrificans I то, что Штуцеръ и Бурри получили для Bacterium denitrificans I и наоборотъ. Тотъ же результатъ, какъ и Кюнеманъ, для Bacillus denitrificans II получили Пфейферъ и Леммерманъ[5]). Результаты, полученные Іенсеномъ [6]), опять

[1]) Gayon et Dupetit, Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniments petits. Nancy. Bergen-Levrault 1886.

Gayon et Dupetit. Sur la fermentation des nitrates. Compt. rend. de l'acad. des sc. 1882. T. 95. pag. 644.

[2]) Burri, K. und Stutzer, A. Ueber Nitrat zerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust. Centr. f. Bakt. und Parasitenk. II Abt. Bd. I. pag. 257.

[3]) Weissenberg, H. Studien über Denitrifikation. Archiv für Hygiene. Bd. 30. 1897. pag. 274.

Weissenberg, Hugo. Ueber die Denitrifikation. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. VIII. 1902. pag. 166.

[4]) Künnemann, O. Ueber denitrificierende Mikroorganismen. Die Landw. Versuchst. Bd. 50. 1898. pag. 65.

[5]) Pfeiffer, Th. und Lemmermann, O. Ueber Denitrifikationsvorgänge. Die landw. Versuchs. St. Bd. 50. 1898. pag. 115.

[6]) Jensen, Hjalmar. Beiträge zur Morphologie und Biologie der Denitrifikationsbakterien. Centr. für. Bakt. II. Bd. IV. 1898. pag. 401.

таки скорѣе подтверждаютъ Штуцера и Бури. Въ общемъ нужно сказать, что разногласіе можетъ быть объяснено и тѣмъ, что на чистоту культуръ было обращено не достаточное вниманіе.

Северинъ [1]), работавшій съ чистыми культурами Bacillus pyocyaneus и Vibrio denitrificans, стоявшими въ атмосферѣ водорода, пришелъ къ заключенію, что денитрификація—анаэробный процессъ: „физіологическая функція разрушать нитраты до свободнаго азота несомнѣнно имѣетъ анаэробный характеръ“ [2]) Изъ другихъ изслѣдователей, которыхъ вопросъ о вліяніи кислорода на процессъ денитрификаціи интересовалъ въ той или другой степени, можно указать, напр., что Егуновъ подмѣтилъ образованіе свободнаго азота при толщинѣ слоя жидкости въ пробиркахъ въ $6^1/_2$ сант., а при толщинѣ въ нѣсколько миллиметровъ наблюдалъ образованіе амміака. Мои наблюденія вполнѣ совпадаютъ съ тѣми, что наблюдалъ Егуновъ въ болѣе высокихъ слояхъ—эти условія несомнѣнно оптимальныя.

Ванъ Итерсонъ [3]) считаетъ денитрифицирующихъ бактерій аэробными организмами, но полагаетъ, что въ тѣхъ средахъ, гдѣ имѣются азотнокислыя или азотистокислыя соединенія онѣ могутъ развиватьея при очень незначительномъ доступѣ воздуха. Какъ извѣстно, Бейеринкъ вообще отрицаетъ существованіе анаэробныхъ организмовъ и относитъ денитрифицирующихъ бактерій къ микроаэрофильнымъ организмамъ.

Стоклаза и Витекъ [4]) наблюдали, что притокъ большихъ количествъ кислорода не оказываетъ замѣтнаго вліянія на пониженіе денитрификаціи.

Кюль [5]) наблюдалъ, что денитрификація протекала быстрѣе при затрудненномъ притокѣ воздуха.

---

[1]) Северинъ, С. А. Къ вопросу о разложеніи азотнокислыхъ солей бактеріями. Вѣстн. Импер. Русскаго Общ. Акклиматизаціи. № 5. 1898. Москва.

Sewerin, S. A. Zur Frage über die Zersetzung von salpetersauren Salzen durch Bakterien. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XXII. №№ $^{11}/_{13}$. 1909. pag. 348.

Северинъ, С. А. Къ вопросу о разложеніи азотнокислыхъ солей бактеріями (2 статья). Вѣстникъ Бакт.-Агрон. станціи имени В. К. Феррейнъ. № 14. Москва 1908. стр. 22.

[2]) Егуновъ, М. Аэробный денитрификаторъ при проростаніи сѣмянъ. Записки Ново-Александрійскаго Института сельскаго хозяйства и лѣсоводства. т. IX. вып. 2. 1895—1896.

[3]) Van Iterson, G. Anhäufungsversuche mit denitrifizierenden Bakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XII. 1904. Autoreferat, а также см. Verslagen der Koninkl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam. Dl. XI. 1902—1903.

[4]) Stoklasa, J. und Vitek, Beiträge zur Erkenntniss des Einflusses verschiedener Kohlenhydrate und organischer Säuren auf die Metamorphose des Nitrats durch Bakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 14. 1905. pag. 102.

[5]) Kühl, H. Beitrag zur Kenntnis des Denitrifikationsprozesses. Centr. f. Bakt II. Abt. Bd. XX. 1908. pag. 258.

Бартель [1]) считаетъ неправильнымъ взглядъ на денитрификацію, какъ на анаэробный процессъ; наконецъ, Такахаши[2]) указываетъ, что кислородъ азотистокислыхъ солей самъ по себѣ не можетъ замѣнить кислорода для денитрифицирующихъ бактерій (напр. Bacillus pyocyaneus) въ анаэробныхъ условіяхъ.

Если теперь вспомнить наблюденія, произведенныя въ аналогичныхъ условіяхъ надъ морскими денитрифицирующими бактеріями, то окажется что для Bacterium Actinopelte Бауръ указывалъ на быстроту денитрификаціи при доступѣ воздуха, при затрудненномъ же доступѣ его она протекаетъ медленнѣе [3]). Тоже самое онъ указывалъ и для Bacterim lobatum. Такимъ образомъ, несмотря на доступъ кислорода, исключавшій, казалось бы, необходимость пользоваться кислородомъ азотнокислыхъ солей, бактеріи пользуются кислородомъ нитритовъ: „Dass aber anderseits trotzdem der O des Nitrits zur Athmung verwendet wird, geht daraus hervor, dass unter O—Abschluss in H—Athmosphäre gehaltene Bouillonkulturen bei Nitritgegenwart deutlich kräftiger wachsen, als bei Nitritabwesenheit“.

Гранъ, въ свою очередь, указываетъ на такое же точно отношеніе къ кислороду воздуха для выдѣленныхъ имъ бактерій: Bacillus Hensenii и для группы repens-trivialis. Вслѣдствіе этого, по мнѣнію Грана, условія для развитія денитрифицирующихъ бактерій въ верхнихъ слояхъ моря вполнѣ благопріятны [4]).

Несомнѣнно, что всѣ мною выдѣленные организмы нуждаются для своего развитія въ доступѣ воздуха, но скорость разложенія азотнокислыхъ солей, какъ бы, обратно пропорціональна доступу воздуха. Наиболѣе энергично процессъ возстановленія селитры протекаетъ въ пробиркахъ, наполненныхъ питательной средой до $^2/_3$ ея высоты. Въ пробиркахъ, наполненныхъ питательной средой до $^1/_2$, процессъ начинается съ запозданіемъ на 2—3 дня и совершенно не имѣетъ внѣшняго вида, столь типичнаго для денитрификаціи.

Изъ приведенныхъ литературныхъ данныхъ видно, что не только еще неразработана теоретическая сторона процесса денитрификаціи, но и фактическія данныя отличаются значительнымъ противорѣчіемъ [5]).

---

[1]) Barthel, Chr. Bodenbakteriologische Untersuchungen. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXV. 1909 pag. 119.

[2]) Takahashi, T. Kann Nitrit anaerobe bakterienkulturen mit Sauerstoff versorgen. Bull. of the Coll. of Agriculture. Tokio. vol. 6. pag. 403.

[3]) Baur, l. c. pag. 17 и 18.

[4]) Gran, l. c. pag. 16.

[5]) Когда я писалъ эти строки, то надѣялся, что Стоклаза исполнитъ свое обѣщаніе (Stoklasa und Vitek l. c. pag. 116) и дастъ объясненіе значенія кислорода для денитрификаціи отчего и ограничился разсмотрѣніемъ только важнѣйшей литературы насколько это было необходимо для прямой цѣли моего изслѣдованія. Съ тѣхъ поръ прошло около 7 лѣтъ, обѣщанное изслѣдованіе остается для меня неизвѣстнымъ.

Если въ первыхъ работахъ, посвященныхъ этому вопросу, приходится считаться съ малой надежностью чистоты культуръ, то въ болѣе позднихъ наблюденіяхъ, сдѣланныхъ надъ различными микроорганизмами различнаго происхожденія и различной продолжительности культивированія ихъ въ лабораторіи, необходимо принимать во вниманіе, что нѣтъ достаточной увѣренности въ томъ, что изслѣдователи, работавшіе съ культурами, называемыми ими тѣми же самыми названіями, имѣли въ дѣйствительности культуры тѣхъ же самыхъ организмовъ. Организмъ, поддерживаемый въ культурахъ въ теченіе долгаго времени, уже значительно отличается отъ только что выдѣленнаго, а при новомъ выдѣленіи изъ почвы мало характернаго денитрификатора всегда возможны ошибки въ опредѣленіи.

Величина возстановительной способности, условія при которыхъ она достигаетъ своего наибольшаго развитія—все это, какъ и многое другое, не только не одинаковы у различныхъ микроорганизмовъ, но иногда отличаются полной противоположностью. Такимъ образомъ, необходимость заставляетъ быть чрезвычайно осторожнымъ при выводѣ какихъ-либо, имѣющихъ общій характеръ, заключеній о тѣхъ условіяхъ, которыя могутъ имѣть рѣшающее значеніе на ходъ денитрификаціи въ опредѣленномъ бассейнѣ.

Какъ мы видѣли, большинство изслѣдователей указываютъ на то, что затрудненный притокъ кислорода или меньшее его количество способствуютъ возстановленію нитратовъ микроорганизмами. Взглядъ на денитрификаціонный процессъ, какъ на строго анаэробный, мало имѣетъ за собой безусловныхъ сторонниковъ [1]).

„Однимъ словомъ, на основаніи накопленнаго до сихъ поръ матеріала о денитрификаціи, можно думать, что денитрификаторы, разрушающіе нитраты до свободнаго N, въ значительномъ большинствѣ случаевъ по природѣ своей суть аэробы, но возбуждаемый ими денитрификаціонный процессъ въ большей или меньшей мѣрѣ анаэробный процессъ; пониженіе или пріостановка его при обильномъ доступѣ воздуха вполнѣ отвѣчаютъ его сущности“ и далѣе „Въ почвѣ при хорошей аэраціи ея путемъ обработки, должно имѣть мѣсто энергичное размноженіе денитрификаторовъ, но слабое проявленіе ихъ денитрифицирующей функціи и, наоборотъ, въ почвѣ, плохо провѣтриваемой, уплотненной, должно замѣчаться ослабленіе въ размноженіи денитрификаторовъ, но повышеніе ихъ денитрифицирующей дѣятельности.“

Къ этимъ мыслямъ, высказаннымъ Северинымъ, вполнѣ можно присоединиться. Дѣйствительно, всѣ факты (ростъ денитрифицирующихъ бак-

[1]) Северинъ, С. А. l. с. статья 2-я стр. 24.

терій на косозастывшемъ агарѣ, на картофелѣ, въ желатиновыхъ разводкахъ) говорятъ о способности денитрификаторовъ размножаться при свободномъ притокѣ кислорода.

Противоположныхъ наблюденій мы не находимъ и, слѣдовательно, можемъ принять, что сами по себѣ денитрифицирующіе организмы — аэробы, а слѣдовательно море представляетъ для нихъ развитія—въ смыслѣ аэраціи—подходящую среду. Всѣ, выдѣленные мною изъ воды Ледовитаго океана бактеріи и грибки—аэробы; въ атмосферѣ водорода, азота или же при прекращенномъ притокѣ воздуха развитіе нѣкоторыхъ изъ нихъ происходитъ весьма медленно, но за то, разъ начавшись, оно можетъ продолжаться и въ тѣхъ условіяхъ, при которыхъ начало развитія, обыкновенно не наступаетъ. Поэтому-то въ склянкѣ, герметически закрытой, если надъ слоемъ питательной среды находится нѣкоторое количество воздуха, денитрификація происходитъ. Бейеринкъ [1]), какъ извѣстно, сторонникъ того взгляда, что организмовъ, способныхъ развиваться безъ свободнаго кислорода, не существуетъ; случаи же кажущагося анаэробіоза могутъ быть объяснены тѣми трудностями, которыя лишаютъ экспериментатора возможности получить въ условіяхъ физіологическаго опыта безкислородную среду. Допуская, что возстановленіе нитратовъ пополняетъ недостатокъ въ кислородѣ, мы встанемъ передъ необходимостью принять одновременное потребленіе кислорода изъ воздуха и отнятіе его отъ азотнокислыхъ соединеній [2]), что едва ли допустимо.

Наблюденія (напр. Шигихиро Сузуки [3])) свидѣтельствуютъ, что въ смѣшанныхъ культурахъ денитрификація, при развитіи другихъ бактерій, происходитъ и въ закрытыхъ сосудахъ; для того же, чтобы этотъ процессъ происходилъ въ чистыхъ культурахъ, необходимо дать, хотя бы первое время, притокъ воздуха [4]). Итакъ, возстановленіе нитратовъ происходитъ (оставляя въ сторонѣ образующіеся при этомъ продукты), какъ при полной аэраціи, такъ и при микроаэрофильныхъ условіяхъ; что оно также можетъ происходить въ строго анаэробныхъ условіяхъ, я считаю недоказаннымъ.

Условія, благопріятствующія денитрификаціи, очень напоминаютъ то, что извѣстно о спиртовомъ броженіи, когда дрожжи развиваются при доступѣ воздуха, разлагая сахаръ, благодаря зимазѣ. Мысль, что и денитрификація—процессъ энзиматическій, напрашивается сама собой; можно такъ же въ литературѣ найти указанія, что одни изслѣдователи

---

[1]) Beijerinck, M. W. Les organismes anaérobies obligatoires ont-ils besoin d'oxygène libre? Archives Néerlandaises. T. II. Sér. 2. 1899. pag. 397.

[2]) Егуновъ, l. c. стр. 38.

[3]) Susuki, Shigihiro. Ueber die Entstehung der Stickoxyde im Denitrifikationsproces. I. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. 31. № 1/4. 1911.

[4]) То же самое у Бейеринка.

говорятъ о денитрификаціи, какъ о физіологическомъ процессѣ (Северинъ), а другіе о химическомъ (Егуновъ), но яснѣе всего эта мысль выражена у Итерсона, который, однако, рѣшаетъ вопросъ объ энзимѣ, невольно возникшій и у него, отрицательно, указывая на то, что денитрификація подавляется аэраціей, въ то время, какъ ростъ денитрифицирующихъ бактерій усиливается, а это, по его мнѣнію, указываетъ, на не энзиматическій процессъ [1]).

Эта точка зрѣнія, однако, нуждается въ подтвержденіи и мы видимъ, какъ, изъ почти такого же положенія, нашла выходъ теорія спиртового броженія; во всякомъ случаѣ доказательствъ существованія особаго энзима нѣтъ, будемъ думать,—пока.

Многое говоритъ за то, что разрушеніе селитры происходитъ благодаря продуктамъ обмѣна бактерій, такъ какъ поглощеніе ими кислорода происходитъ одинаково, какъ въ средахъ, содержащихъ селитру, такъ и безъ нея [2]).

Эта точка зрѣнія, ясно различающая разрушеніе селитры какъ вторичный процессъ, а не первичный вслѣдствіе потребности организмовъ въ кислородѣ, не встрѣтила общаго сочувствія. Вейсенбергъ [3]), одинъ изъ первыхъ, высказался противъ нея, считая, что селитра служитъ источникомъ кислорода; тотъ же взглядъ находится у Леммермана.

Но, въ настоящее время, суммируя главнѣйшія попытки дать теоретическое объясненіе денитрификаціи, мы видимъ, что взгляды на денитрификацію, какъ на вторичный процессъ, зависящій отъ продуктовъ обмѣна, находятъ все больше сторонниковъ, чѣмъ раньше.

Такъ Стоклаза [4]) полагаетъ, что главнѣйшая роль принадлежитъ или водороду, образующемуся при распадѣ углеводовъ на H и CO_2 и дѣйствующему in statu nascendi на нитраты, возстановляя ихъ въ нитриты, или же спирту, точно такъ же образующемуся при разложеніи углеводовъ:

$$C_2H_6O + 2N_2O_3 = 2CO_2 + 4N + 3H_2O.$$

По мнѣнію Гримбера [5]), бактеріи, разрушая углеводы, даютъ кислоты, дѣйствующія на нитриты, образуя изъ нихъ азотистую кислоту, которая съ аминами даетъ N и CO_2.

---

[1]) Van Iterson jun, l. c. pag. 107.

[2]) Wolf, Kurt. Denitrifikation und Gärung. Hygienische Rundschau. Jahrg. IX. pag. 538 u. 1169.

[3]) Weissenberg, Hugo. Ueber die Denitrifikation. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. VIII. 1902. pag. 166.

[4]) Stoklasa und Vitek, l. c. pag. 109.

[5]) Grimbert, L. et Bagros, M. Sur le mecanisme de la dénitrification chez les bactéries dinitrifiantes indirectes. Compt. Rend. de la Soc. de biologie. Paris. 1909. T. I pag. 760.

Такимъ образомъ можно видѣть, что процессъ возстановленія селитры можетъ подъ вліяніемъ одной группы бактерій быть непосредственнымъ, прямымъ (directes) и подъ вліяніемъ другой группы—непрямымъ (indirectes). Съ теоретической точки зрѣнія первая группа несомнѣнно интереснѣе и, работая надъ нею, можно скорѣе ожидать разъясненія объ участіи энзимовъ въ возстановительныхъ процессахъ. Для біологіи моря обѣ группы интересны постолько, посколько ихъ дѣятельностью можно объяснить разрушеніе азотнокислыхъ солей.

Если, вмѣсто лимонной кислоты и виноградного сахара, взять для среды Гильтая молочно-кислый натрій [1]), то реакція разложенія селитры усиливается и часто на второй день послѣ посѣва бываетъ замѣтно сильное выдѣленіе газа и образованіе пѣны.

Іенсенъ, исключая то глюкозу, то лимонную кислоту, замѣтилъ, что безъ глюкозы разложеніе селитры шло хорошо, но исключеніе изъ среды Гильтая лимонной кислоты совершенно пріостанавливало не только образованіе пѣны, какъ видимаго признака идущей нормально денитрификаціи, но и само развитіе микроорганизмовъ пріостанавливалось. Такимъ образомъ одна лимонная кислота можетъ поддержать ростъ, одна глюкоза сдѣлать этого не въ состояніи [2]).

Изъ его дальнѣйшихъ наблюденій слѣдуетъ, что глюкоза потреблялась въ его культурахъ на цѣло. Между количествомъ взятаго сахара и быстротой разложенія селитры существуетъ прямая зависимость. Если селитры прибавлено много, то разложеніе ея можетъ идти только при подкармливаніи культуръ новыми количествами сахара, иначе наступаетъ „сахарный голодъ“ и денитрификація останавливается. Къ сожалѣнію Іенсенъ не указываетъ надъ какими бактеріями онъ производилъ свои опыты, ограничиваясь указаніемъ, что это были старыя культуры, хранившіяся въ лабораторіи.

Возстановленіе селитры въ пробиркахъ, наполненныхъ до $^2/_3$, заканчивается довольно быстро и на 5—6 день обыкновенно ни нитратовъ, ни нитритовъ въ культурѣ уже не находится. При этомъ мнѣ не пришлось наблюдать особой разницы въ зависимости отъ источника углерода. Отчасти это видно изъ слѣдующаго опыта: взята среда Гильтая съ лимонной кислотой и виноградным сахаромъ, или только съ лимонной кислотой, или виноградным сахаромъ, или пептономъ:

---

[1]) Стоклаза и Витекъ (Stoklasa, J. und Vitek, E. Ueber den Einfluss der Bakterien auf die Metamorphose der Salpetersäure im Boden. Zeit. f. d. Landw. Vers. in Oesterreich. 1906. Sep. Abd. pag. 21) говорятъ, что нейтрализованныя органическія кислоты прекрасно вліяютъ на денитрификацію. Лучше всего въ этомъ отношеніи валеріановая кислота, нѣсколько хуже янтарная и еще хуже молочная кислота

[2]) Jensen, H. Das Verhältniss der denitrifizierenden Bakterien zu einigen Kohlenstoffverbindungen. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. III. 1897. pag. 624.

Bacterium Barentsianum.

№№ культуръ.		Время посѣва.	8.XI.	13.XI.		
				KNO_3	KNO_2	
Лимонная к. виногр. сахаръ.	107	7.XI.	Муть, пленка.	—		
	111	—	Муть, пленка.	—	—	
Виноградный сахаръ.	108	—	Прозрачна.	—	—	Пленки нѣтъ.
	112	—	Муть.	—	—	Пленка и длинныя нити.
Лимонная кислота.	109	—	Слабая муть.	—	+	Пленки нѣтъ.
	113	—	Муть.	—	+	Пленка.
Пептонъ.	110	—	Муть.	—	—	Пленка.
	114	—	Муть.	—	+	Пленки нѣтъ.

Изъ этой таблицы видно, что въ средѣ Гильтая съ лимонной кислотой и виноградным сахаромъ или только съ виноградным сахаромъ возстановленіе селитры идетъ одинаково. Въ средѣ Гильтая безъ углевода, но съ лимонной кислотой, слабое развитіе (культура 109) и неполное разложеніе селитры, что не вполнѣ соотвѣтствуетъ наблюденіямъ Іенсена [1]). Сахаръ остался не разложеннымъ въ культурахъ 107 и 108 и разложеннымъ безъ остатка въ культурахъ 111 и 112.

Другой опытъ былъ поставленъ на средѣ, предложенной Граномъ для развитія денитрифицирующихъ бактерій, состоящей изъ:

Яблочнокислой извести	1%
KNO_3	0,1
K_3PO_4.	0,05
Вода съ 3% NaCl. . .	100

Я приготовилъ согласно этому рецепту среду (A) и въ одну часть пробирокъ прибавилъ 0,5% глицерина (B); оказалось, что въ средѣ Грана бактеріи выдѣленныя мною, хотя и развивались, но разложеніе нитратовъ шло быстрѣе при прибавленіи глицерина, такъ что одной органической соли (яблочнокислой извести) было, повидимому, недостаточно для полнаго и быстраго разложенія азотнокислой соли.

---

[1]) Jensen, Hjalmar. Das Verhältniss der denitrifizierenden Bakterien zu einigen Kohlenstoffverbindungen. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. III. 1897. pag. 622.

18.I посѣвъ.		2.II.		17.II.		7.IV.		11.IV.	
		NO_3	NO_2	NO_3	NO_2	NO_3	NO_2	NO_3	NO_2
B. flavum	A.	+	+	+	+	+	+	—	—
	B.	+	+	+	+	—	—	—	—
B. Fauseki	B.	+	+	—	+	—	—	—	+
	A.	+	+	—	—	—	—	—	—

Такимъ образомъ прибавленіе въ питательную среду, кромѣ соли органической кислоты, углевода или глицерина способствовало ускоренію денитрификаціи.

Весьма существенный вопросъ для выясненія возможности денитрификаціи въ холодномъ бассейнѣ представляетъ отношеніе встрѣчающихся въ немъ бактерій къ низкимъ температурамъ. Какъ мы видѣли уже, тѣ данныя, которыя находятся въ работахъ Баура и Фейтеля показываютъ, что разложеніе селитры можетъ идти при температурахъ близкихъ къ 0°, даже въ культурахъ бактерій изъ морей Балтійскаго и Сѣвернаго (Нѣмецкаго). Такимъ образомъ эти данныя позволяли надѣяться, что и у бактерій изъ Сѣвернаго Ледовитаго океана температурный minimum лежитъ нѣсколько ниже, чѣмъ у подобныхъ же бактерій изъ болѣе умѣреннаго климата. По этому для меня представляло значительный интересъ выяснить возможно ли развитіе и разложеніе селитры при температурахъ, господствующихъ въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ. Вслѣдствіе этого опыты необходимо было поставить при температурахъ нѣсколько выше 0°, т. е. въ предѣлахъ 0—4°.

Обстановка моей работы была такова, что для полученія низкихъ температуръ, я могъ воспользоваться естественнымъ холодомъ въ теченіе зимнихъ мѣсяцевъ. Обыкновенно съ этой цѣлью я выставлялъ культуры въ средѣ Гильтая въ коробкахъ въ чердачное холодное помѣщеніе или же на холодную лѣстницу.

Температура, при которой находились во время опыта культуры, опредѣлялась при помощи minimum—maximum термометра, вложеннаго вмѣстѣ съ культурами въ коробку. Одновременно съ культурами, выставленными на холодъ, ставились контрольныя культуры въ термостатъ при 30° Ц. или въ лабораторію при температурѣ 16—18° Ц. для сравненія быстроты разложенія селитры при разныхъ температурахъ. Эти опыты, которые я въ разное время поставилъ со всѣми выдѣленными мною денитрификаторами дали однообразный результатъ, такъ какъ всѣ выдѣленные мною микроорганизмы могли развиваться при 0—3° Ц. и разлагали при этой температурѣ азотнокислыя соединенія.

Полнаго разложенія селитры мнѣ не пришлось наблюдать, такъ какъ удлиннить продолжительность опыта было не въ моей власти, а въ теченіе 32 дней процессъ еще не былъ законченъ, наступившее повышеніе температуры въ самомъ помѣщеніи, заставило прекратить опыты.

Изъ приводимой здѣсь таблицы видно, что опыты, несмотря на все несовершенство постановки, удалось поставить, закончить же ихъ не пришлось вслѣдствіе вышеуказанной причины.

	№№ культуръ.	Темпера-тура Ц°.	Начало воз-становле-нія.	Окончаніе возста-новленія.	Примѣчанія.
Bacterium Barentsianum. .		0—2°	10 день	Черезъ 32 дня	
»		0—2°	8 »	возстановленіе не	
»		0—2°	8 »	окончено.	Газъ.
»		30°	2 »	7 день.	Газъ и пѣна.
»		30°	2 »	»	»
»		30°	2 »	»	»
»	216	2—4°	8 »	Черезъ 21 день	—
«	217	2—4°	8 »	не окончено.	—
»	218	25°	3 »	12 день.	Газъ и пѣна.
»	271	3—4°	10 »	—	—
»	445	3—4°	9 »	—	—
Bacterium Beijerincki. . . .	427	3—4°	10 »	—	Газъ и пѣна.
»	—	30°	2 »	6	»
»		30°	2 »	6	»
Bacterium Barentsianum. .	180	5—7°	6 »	—	—
»	181	5—7°	6 »	—	—
»	179	25°	2 »	—	Газъ и пѣна.
»	115	9—11°	— »	Черезъ 21 день	
»	117	9—11°	— »	разложена вся	
»	118	9—11°	— »	селитра.	
»	116	9—11°	— »		

Дѣлая посѣвы водой, взятой у береговъ Новой Земли, въ пробирки со средой Виноградскаго для Nitrobacter (къ средѣ было прибавлено 2% хлористаго натрія [1]), я замѣтилъ въ нѣкоторыхъ изъ нихъ

[1]) Среда эта имѣла слѣдующій составъ:

$NaNO_2$	0,1 гр.
K_2HPO_4	0,05 »
$MgSO_4$	0,025 »
NaCl	2
$CaCl_2$	слѣды
Aq. d.	100 к. с.

въ осадкѣ углекислая магнезія.

Пробирки съ посѣвами стояли въ термостатѣ при 25° Ц.

довольно сильную муть, которая обыкновенно въ этой средѣ не появляется. Реакціи съ цинкъ-іодъ-крахмаломъ (Тромсдорфа), а также съ дифениламиномъ дали отрицательный результатъ. Доливъ пробирку новымъ количествомъ свѣже приготовленной среды, такъ что пробирка оказалась наполненной до $^2/_3$, я на слѣдующій же день послѣ этого подмѣтилъ образованіе газа, затѣмъ пѣны, все это говорило за то, что въ пробиркѣ идетъ денитрификація. Сдѣлавъ изъ этой первой пробирки пересѣвы въ три другія пробирки съ той же средой, я смогъ окончательно убѣдиться что имѣю дѣло съ процессомъ денитрификаціи, идущемъ въ неорганической средѣ, съ углеродомъ въ видѣ углекислой магнезіи и азотомъ въ видѣ азотистокислаго натрія. Слѣдовательно, въ культурѣ могла развиваться только форма, способная къ хемосинтезу. Процессъ возстановленія нитритовъ, начинаясь на слѣдующій день послѣ посѣва, шелъ обыкновенно очень бурно, развивая большое количество газа и на 4 сутки прекращался, когда весь нитритъ исчезалъ.

Сосудъ 25.		Сосудъ 26.	
10.X	посѣвъ водой	10.X	посѣвъ водой
12.X	сильный газъ	12.X	сильный газъ
14.X	то-же самое	14.X	газъ.
22.X	выдѣленіе газа прекратилось, но $NaNO_2$ еще не весь разложенъ.	22.X	$NaNO_2$ разложенъ
Сосудъ 47.		Сосудъ 53.	
19.X	пересѣвъ изъ 25	22.X	пересѣвъ изъ 26
20.X	газъ.	24.X	газъ.
24.X	выдѣленіе газа прекратилось; $NaNO_2$ разложенъ	26.X	выдѣленіе газа прекратилось; $NaNO_2$ еще не разложенъ.

Еще въ 1886 году въ лабораторіи проф. Гюппе [1]) было подмѣчено Гереусъ (Heräus) [2]) существованіе въ водѣ организмовъ, способныхъ вызывать процессы окисленія и возстановленія въ средахъ, въ которыхъ единственнымъ источникомъ углерода была углекислая соль. Гюппе, въ свою очередь, нашелъ, что этой способностью обладаютъ и нѣкоторыя другія водныя бактеріи.

Существованіе микроорганизмовъ, способныхъ возстановлять нитраты въ средахъ, лишенныхъ органическаго вещества, было указано далѣе въ 1903 году Гильтнеръ и Штермеръ [3]), которымъ встрѣтился

[1]) Hueppe, F. Ueber Assimilation der Kohlensäure durch chlorophyllfrei Organismen. Résultats scientifique du Congrès intern. de bot. Vienne—1905. Jena. 1906. pag. 198.

[2]) Heräus, W. Ueber das Verhalten der Bakterien im Brunnenwasser. Diss. Zeit. f. Hyg. 1886. pag. 193.

[3]) Hiltner, L. und Störmer, K. Studien über die Bakterienflora des Ackerbodens, mit besonderer Berücksichtigung ihres Verhaltens nach einer Behandlung mit Schwefelkohlenstoff und nach Brache. Arbeiten aus der Biolog. Abteilung für Land — und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte. Heft. 5. 1903. pag. 504.

въ землѣ изъ Далема одинъ видъ бактерій (большая палочка), способный разрушать азотистокислыя соли до газообразнаго азота въ отсутствіи органическаго углерода. Микроорганизмъ этотъ хорошо развивался въ нитритномъ растворѣ Виноградскаго съ углекислой известью и образовалъ газъ, если питательная среда была налита въ высокомъ слоѣ. Среда Омелянскаго [1]) со слабымъ растворомъ соды оказалась для него не пригодной. Такимъ образомъ та картина, которую описываютъ Гильтнеръ и Штермеръ, не оставляетъ въ читателѣ никакого сомнѣнія въ томъ, что у нихъ въ культурѣ развивался организмъ, способный къ хемосинтезу.

Годомъ позже было сообщено Бейеринкомъ [2]), что онъ нашелъ организмъ способный возстановлять селитру тоже въ средѣ, лишенной органическаго вещества, содержащей углеродъ въ видѣ углекислаго кальція и азотъ въ видѣ азотнокислыхъ солей, а сѣру въ видѣ сѣрнаго порошка. Въ этой неорганической средѣ могъ развиваться Thiobacillus denitrificans съ образованіемъ газообразнаго азота. Бейеринкъ склоненъ приписать процессу, вызываемому этимъ организмомъ, большое значеніе, такъ какъ процессъ можетъ идти въ глубинахъ морей и тѣмъ способствовать образованію тамъ органическаго вещества на счетъ находящейся въ изобиліи сѣры.

Нечего и говорить о томъ, какое громадное теоретическое значеніе имѣютъ указанія на существованіе среди микроорганизмовъ не только окислительныхъ, но и востановительныхъ бактерій, способныхъ къ тому же къ хемосинтезу.

Изъ моихъ наблюденій надъ бактеріями моря я долженъ былъ заключить, что организмъ, весьма схожій физіологически съ развившемся въ культурахъ у Гильтнера, попался и мнѣ въ водѣ у береговъ Новой Земли. Организмъ этотъ имѣлъ видъ тоненькой палочки, не ростущей на средахъ обыкновенно примѣняемыхъ въ бактеріологической практикѣ, но хорошо развивающейся на неорганическихъ средахъ, примѣняемыхъ обыкновенно для культуръ нитрифицирующихъ бактерій (Nitrobacter). Черезъ нѣсколько пересѣвовъ его денитрифицирующая способность ослабѣла и, наконецъ, онъ совершенно потерялъ способность развиваться въ новыхъ пересѣвахъ. Тутъ особенно почувствовалось все неудобство работы надъ морскими бактеріями вдали отъ первоисточника, когда

---

[1]) Omelianski, V. Ueber die Isolierung der Nitrifikationsmikroben aus dem Erdboden. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. V. 1899. pag. 548.

[2]) Beijerinck, M. W. Ueber die Bakterien, welche sich im Dunkeln mit Kohlensäure als Kohlenstoffquelle ernähren können. Centr. für Bakt. II. Abt. Bd. XI. 1904. pag. 593. Процессъ, вызываемый Thiobacillus denitrificans, Бейеринкъ представляетъ идущимъ по слѣдующей формулѣ: $6\ KNO_3 + 5S + 2CaCO_3 = 3K_2SO_4 + 2CaSO_4 + 2CO_2 + 3N_2$. Реакція эта изотермическая.

случающееся, иногда, ослабленіе какой нибудь физіологической функціи у организма вынуждало прекратить изслѣдованіе, такъ какъ не было новаго матеріала для посѣвовъ. Такимъ образомъ это несомнѣнно чрезвычайно интересная группа организмовъ, не могла быть мною изслѣдованной. Къ сожалѣнію, при всѣхъ, подобныхъ моему, изслѣдованіяхъ, когда приходится собирать живой матеріалъ съ неизвѣстными еще біологическими особенностями для того чтобы оріентироваться въ микробіогенныхъ процессахъ, происходящихъ въ морѣ,—это неизбѣжно, и я, начиная работу, никогда не думалъ, повторяю, что обстоятельства сложатся такъ, что окажется невозможнымъ произвести на мѣстѣ вторичное болѣе детальное изслѣдованіе найденныхъ организмовъ.

На основаніи всѣхъ добытыхъ фактовъ необходимо признать существованіе въ морѣ двухъ группъ бактерій, возстанавливающихъ нитраты. Первая группа представлена многими, разнообразными бактеріями, которыя встрѣчаются въ водѣ на различныхъ глубинахъ. Бактеріи этой группы не принадлежатъ къ тѣмъ типичнымъ денитрификаторамъ, которые разлагаютъ азотнокислыя соединенія съ образованіемъ газообразныхъ продуктовъ; они могутъ образовать въ средѣ—богатой сложными органическими веществами—аммiакъ, разлагая селитру. Процессъ этотъ безъ сомнѣнія вторичный, находящійся въ зависимости отъ образуемыхъ бактеріями продуктовъ. Морская вода является для нихъ вполнѣ подходящей средой, такъ какъ всѣ данныя говорятъ за то, что море не есть растворъ неорганическихъ соединеній, но содержитъ столько органическаго питательнаго вещества, что съ полнымъ правомъ можно говорить о немъ, какъ объ органическомъ питательномъ растворѣ [1]). Развиваясь въ такой органической средѣ, бактеріи, естественно, будутъ имѣть возможность разлагать азотнокислыя соединенія; море будетъ терять азотъ въ видѣ амміака. Эта потеря азота въ видѣ улетучивающаго амміака не можетъ быть въ общемъ велика [2]) и поэтому особенно значительной роли въ потерѣ моремъ этого соединенія микроорганизмы не играютъ. И если взглядъ на море, какъ на громадный неистощимый резервуаръ соединеній азота („La mer est donc, selon l'observation de M. Boussingaut, un immense réservoir d'azote combiné“ [3]) не вполнѣ согласуется съ тѣмъ, что находится въ дѣйствительности, то во всякомъ случаѣ не бактеріи, образующія амміакъ, являются тому причиной: учетъ ихъ дѣятельности въ этомъ направленіи не произведенъ и у насъ нѣтъ

[1]) Pütter, Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena. 1909.

[2]) Schloesing, A. Sur l'ammoniaque de l'atmosphère. Compt. rendus de l'Acad des Sc. T. LXXX. 1875. pag. 175.

[3]) Schloesing. l. c. pag. 178.

достаточныхъ оснований, чтобы приписывать имъ въ этомъ процессѣ значительную роль.

Вторая группа типичныхъ денитрифицирующихъ бактерій, развивающихся въ средахъ, содержащихъ азотъ, въ видѣ неорганическихъ солей, образующихъ газообразные продукты на средѣ Грана и на средѣ Гильтая, въ свою очередь представлена нѣсколькими видами, хотя и не столь многочисленными, какъ первая. Что же касается распространенія микроорганизмовъ, принадлежащихъ къ ней, въ водахъ Сѣвернаго Ледовитаго океана, то несомнѣнно, что они распространены довольно широко и, гораздо, вѣроятно, шире, чѣмъ мнѣ пришлось убѣдиться. Энергія ихъ въ разложеніи азотнокислыхъ солей значительна, такъ какъ въ лабораторіи они несомнѣнно быстрѣе разлагаютъ азотнокислыя соли, чѣмъ микроорганизмы, принадлежащіе къ первой группѣ—аммонизаторовъ. У насъ совершенно нѣтъ данныхъ, позволяющихъ судить о томъ, насколько велика можетъ быть, благодаря ихъ дѣятельности, потеря азота, улетучивающагося въ газообразномъ видѣ, и происходитъ ли въ дѣйствительности въ морскомъ бассейнѣ это улетучиваніе. Сомнѣніе въ данномъ случаѣ можно, до извѣстной степени, допустить, такъ какъ при находящемся въ морской водѣ кислородѣ, совершенно независимо отъ глубины, трудно увѣренно говорить объ микроаэрофильныхъ условіяхъ, въ которыхъ здѣсь протекаетъ процессъ возстановленія азотнокислыхъ солей. Микроаэрофильныя условія можно еще допустить въ морскомъ грунту, въ илѣ, покрывающемъ его дно, но нѣтъ оснований утверждать, что во всей толщѣ воды развитіе бактерій въ морѣ происходитъ съ образовніемъ тѣхъ же продуктовъ, что и въ нашей лабораторіи при затрудненномъ притокѣ кислорода. Вѣроятнѣе всего, что въ морѣ въ водѣ не происходитъ образованія газообразнаго азота, который образуется лишь при затрудненномъ притокѣ кислорода, какъ это видно изъ наблюденій Егунова, Штерсона, моихъ и др. изслѣдователей. Возстановленіе же азотнокислыхъ солей (напр. въ азотистокислыя) несомнѣнно имѣетъ мѣсто и въ водѣ. Такимъ образомъ, мнѣ представляется допустимымъ сомнѣніе въ потерѣ моремъ газообразнаго азота, благодаря денитрифицирующей дѣятельности бактерій.

Для того, чтобы принять гипотезу Брандта, въ которой онъ отводитъ денитрифицирующимъ бактеріямъ первенствующую роль въ морѣ, необходимо слѣдовательно, доказать повсемѣстное существованіе въ теплыхъ моряхъ денитрифицирующихъ бактерій, показать отсутствіе ихъ въ холодныхъ моряхъ, или, по крайней мѣрѣ, неспособность ихъ развиваться и разлагать азотнокислыя соединенія при температурахъ, которыя надо считать обычными для полярныхъ морей. Но еще прежде — необходимо убѣдиться въ томъ, что въ теплыхъ моряхъ количество азотнокислыхъ

соединеній по сравненію съ количествомъ таковыхъ въ холодныхъ моряхъ—меньше.

Помимо этого должно быть принято во вниманіе такъ же количество другихъ, необходимыхъ для развитія растительнаго царства элементовъ, и только тогда, при доказанномъ незначительномъ количествѣ азотнокислыхъ соединеній, можно говорить о minimum'ѣ [1]).

Что касается распредѣленія въ моряхъ азотнокислыхъ соединеній, то мы видѣли уже, что данныя, полученныя во время экспедиціи Э. фонъ-Дригальскаго, не даютъ намъ права дѣлать заключеніе, согласное съ теоріей Брандта. Самъ Брандтъ [2]) говорилъ, что если будетъ доказано, что въ теплыхъ моряхъ столь же большое количество нитратовъ, какъ въ холодныхъ, то его гипотеза о значеніи денитрифицирующихъ бактерій не можетъ считаться вѣрной. Дѣйствительно, анализы воды показываютъ, что поверхностная вода въ тропическихъ моряхъ содержитъ столько же азота азотной и азотистой кислоты, сколько его находится въ сѣверныхъ частяхъ Атлантическаго океана, а такъ же въ Балтійскомъ и Нѣмецкомъ моряхъ до 67°N [3]). Такимъ образомъ на лицо нѣтъ той правильности въ распредѣленіи азотнокислыхъ соединеній въ моряхъ, исходя изъ которой Брандтъ обосновывалъ свою гипотезу.

Такъ какъ и распредѣленіе денитрифицирующихъ бактерій въ моряхъ, особенно въ холодныхъ, оказывается далеко не такимъ, какъ это представлялъ себѣ Брандтъ, то естественно приходится прійти къ заключенію, что гипотеза Брандта потеряла свою убѣдительность, не находя опору въ новыхъ наблюденіяхъ и фактахъ. Слѣдовательно, мы не имѣемъ основаній для объясненія богатства холодныхъ морей растительными организмами придавать исключительное значеніе роли денитрифицирующихъ бактерій. Вѣроятнѣе всего онѣ являются лишь одной изъ причинъ, возможно, что даже и не главной, такъ что рѣчь можетъ идти о причинахъ, а не о причинѣ—„Eine einheitlitche Ursache gibt es

---

[1]) Законъ минимума, формулированный Либихомъ, но указанный еще Шпренгелемъ, въ послѣдніе годы создалъ довольно обширную литературу:

Mitscherlich, E. A. Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrags. Landw. Jahrb. Bd. 38. 1909. pag. 537.

Mitscherlich, E. A. Ueber das Gesetz des Minimums und die sich aus diesem ergebenden Schlussfolgerungen. Die landw. Vers. St. Bd. LXXVII. 1911.

Mayer, A. Das Gesetz des Minimums eine logarithmische Funktion.

Замѣчанія на эту статью Пфейфера и Митчерлиха и наконецъ статья:

Rodewald, R. Das Gesetz vom minimum. (Статья Мейера, Пфейфера, Митчерлиха и Родеваля помѣщены въ Die landw. Versuchs—Station. Bd. LXXVIII. 1912).

[2]) Brand, K. Ueber die Produktion und die Produktionsbedingungen im Meere. Rapport et procès-verbaux du Conseil international pour l'exploration de la mer. Août. 1905. Anlage D. pag. 10.

[3]) Gebbing, J. Ueber den Gehalt des Meeres an Stikkstoffnährsalzen. Intern. Revue der Ges. Hydrob. Bd. III. 1910/11. pag. 62.

in der Natur nicht", какъ говоритъ Геббингъ, который отрицаетъ такъ же основное положеніе Брандта, что соединенія азота находятся въ морѣ въ minimum'ѣ. И нужно сказать, что результаты анализовъ Геббинга въ этомъ отношеніи не даютъ никакой возможности защищать гипотезу Брандта [1]).

Какъ изслѣдованія химическаго состава морской воды изъ различныхъ морей заставили Геббинга высказаться противъ гипотезы Брандта, такъ и меня мои бактеріологическія изслѣдованія воды Сѣвернаго Ледовитаго океана заставляютъ отнестись съ большой дозой скептицизма къ гипотезѣ Брандта, имѣвшей громадное значеніе „рабочей гипотезы" въ дѣлѣ познанія процессовъ, совершающихся въ моряхъ. Распространеніе денитрифицирующихъ бактерій въ холодномъ бассейнѣ, ихъ способность развиваться и разлагать азотнокислыя соединенія при низкихъ температурахъ должны были заставить меня взглянуть на денитрификаторовъ не какъ на единственную причину бѣдности планктономъ тропическихъ морей, если, вообще, можно это говорить въ такой общей формѣ, въ чемъ я позволяю себѣ сомнѣваться.

---

[1]) Nathansohn, A. Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. Abhandlung. d. mathem. phys. Klasse d. Kgl sächs. Ges. der Wissensch. Bd. 29. 1906. Авторъ отказывается признать за денитрифицирующими бактеріями значеніе, приписываемое имъ Брандтомъ.

Описаніе выдѣленныхъ бактерій, обладающихъ способностью возстановлять азотно и азотистокислыя соединенія.

Для выясненія способности бактерій возстановлять селитру я пользовался преимущественно средой Гильтая; тѣ бактеріи, которыя на этой средѣ не развивались или не разлагали селитры, испытывались въ ихъ отношеніи къ селитрѣ на рыбномъ бульонѣ съ селитрой.

Для приготовленія рыбнаго бульона я бралъ обыкновенно 200 гр. рыбы (окуни, судаки, ерши, снѣтки и т. п.) на 1 литръ водопроводной воды. Къ бульону прибавлялъ 3,5% хлористаго натрія, 1% пептону и доводилъ до слабо-щелочной реакціи.

Рыбную желатину готовилъ изъ этого же бульона, прибавляя къ нему 10% желатины, рыбный агаръ тоже приготовлялъ изъ этого бульона съ добавленіемъ 1% агаръ-агара. Картофель проваривалъ въ 3% растворѣ морской соли. Молоко бралъ снятое. Полнотѣ изслѣдованія всѣхъ найденныхъ формъ мѣшала, прежде всего, невозможность имѣть подъ рукой свѣжій матеріалъ, изъ котораго, по мѣрѣ надобности, можно было бы получать для провѣрки или для болѣе детальнаго изученія уже знакомыя формы. Нѣкоторые виды бактерій были маложивучи, трудно поддавались культурѣ уже съ самаго начала ихъ выдѣленія; онѣ не могли быть изучены сколько-нибудь подробно и приходилось довольствоваться только констатированіемъ ихъ отношенія къ азотно-кислымъ солямъ. Другіе же виды, наоборотъ, развивались въ лабораторіи хорошо и долго, замѣтно не теряя нѣкоторыхъ своихъ свойствъ.

Micrococcus boreus mihi.

Коккъ неподвижный, состоящій то изъ отдѣльно лежащихъ клѣтокъ, то изъ клѣтокъ, соединенныхъ другъ съ другомъ въ цѣпочки изъ двухъ-четырехъ членяковъ. Попадаются клѣтки, образующія какъ бы пластинки изъ 4 клѣтокъ. Инволюціонныхъ формъ не попадалось даже въ старыхъ 6-7 мѣсячныхъ культурахъ, наблюдалось только нѣкоторое уменьшеніе размѣровъ клѣтокъ. Размѣры кокка 3 μ. (Рис. 16).

Рыбный бульонъ. Образуется муть и осадокъ на днѣ.

Рыбная желатина. Ростъ вдоль укола, шляпка слегка оранжеватая, приподнимается немного надъ поверхностью желатины.

Колоніи въ разливкахъ на желатинѣ очень мелкія, едва замѣтныя, темнаго цвѣта, совершенно круглыя, развиваются необыкновенно медленно. Желатина не разжижается.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, на поверхности агара гладкая шляпка, окрашенная въ желто-оранжевый цвѣтъ. Въ теченіе 10 дней на поверхности агара она разростается до довольно значительныхъ размѣровъ, отъ центра ея отходятъ бѣловатые радіусы.

Въ очень старыхъ культурахъ (15 мѣсячныхъ) шляпка совершенно гладкая, расплывающаяся по поверхности агара, съ нимъ какъ бы сливающаяся и надъ нимъ не поднимающаяся. Цвѣтъ ея дѣлается бѣлый блестящій. Появляется лейкорасса совершенно заглушающая развитіе желтой формы.

Форма эта микроаэрофильна и можно нерѣдко наблюдать, что наиболѣе пышное развитіе кокка происходитъ между стѣнками пробирки и агаромъ, такъ что агаръ въ этихъ мѣстахъ кажется какъ бы помутнѣвшимъ.

На агарѣ, застывшемъ въ косомъ положеніи, ростъ кокка происходитъ вдоль всего посѣва, при этомъ книзу пробирки налетъ значительно шире. Цвѣтъ налета желтый, блестящій; внизу и по краямъ налета цвѣтъ слегка сѣроватый. Если края такого налета разсмотрѣть при слабомъ увеличеніи (16 разъ), то можно замѣтить, что они имѣютъ бахромчатый видъ, при чемъ бахрома окрашена въ желтый (оранжевый) цвѣтъ, а промежутки между ней въ сѣровато-бѣлый цвѣтъ. Этотъ сѣроватый налетъ постепенно увеличивается съ возростомъ культуры.

Рис. 16. Micrococcus boreus, четырехдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

Въ старыхъ 12-мѣсячныхъ культурахъ налетъ широкій, блестящій какъ бы кремоваго цвѣта, края налета бахромчаты. Къ верху агара налетъ присохшій. Агаръ принимаетъ желтоватый цвѣтъ.

Молоко — дѣлается прозрачнымъ, принявъ цвѣтъ бульона.

Картофель (свареный въ 3% растворѣ морской соли)—блестящій, слизистый налетъ, цвѣта слегка буровато-кремоваго. Картофель темнѣетъ. Налетъ очень обильный, широко распространяющійся по картофелю.

Окраска по Граму. Не окрашивается.

Бульонъ съ селитрой. Образованіе нитритовъ и аммiака.

Мѣстонахожденіе: станція 1354 (70° 30′ 30″ N. 36° 38′ E.) придонный слой съ глубины 175 метровъ.

Micrococcus centropunctatus mihi.

Мелкій коккъ. Двухдневная культура на рыбномъ агарѣ состоитъ изъ неподвижныхъ кокковъ и диплококковъ. При этомъ отдѣльныя клѣточки, входящія въ составъ диплококка, обращены другъ къ другу плоскими сторонами. Въ нѣкоторыхъ коккахъ замѣтно зернышко. Размѣръ клѣтокъ = 0,9 μ. (Рис. 17).

Рыбный бульонъ. Муть, на днѣ осадокъ.

Рыбная желатина разжижается, при чемъ цвѣтъ ея не измѣняется, на днѣ образуется буроватый осадокъ. Колоніи круглыя, сѣрыя, мало прозрачныя. Разжиженіе вокругъ нихъ начинается на 3-4 день.

Рыбный агаръ. Равномѣрный обильный ростъ вдоль укола, по сторонамъ укола развиваются густыя скопленія—колоніи. На поверхности образуется большая блестящая, маслянистая, круглая шляпка. Цвѣтъ шляпки вскорѣ послѣ посѣва (на 5-й день) оранжевый, при чемъ середина окрашена сильнѣе; постепенно шляпка становится бѣлой съ радіально расположенными желтыми полосками. Послѣ 4 лѣтъ культуры организма въ лабораторіи окраска шляпки измѣнилась, но сравнительно довольно слабо, и каждый новый посѣвъ первые дни сохраняетъ свой оранжевый оттѣнокъ.

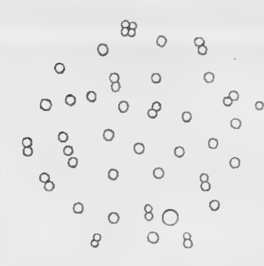


Рис. 17. Micrococcus centropunctatus, трипадцатидневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

По косому агару налетъ гладкій, блестящій, свѣтло-кремовый, вокругъ него бѣлыя выдѣленія. Въ проходящемъ свѣтѣ голубая иризація. Въ старыхъ (8-мѣсячныхъ) культурахъ цвѣтъ агара изъ опаловиднаго становится желтоватымъ.

Молоко свертывается на 6-й день. Черезъ двѣ недѣли внизу сгустокъ, надъ нимъ прозрачная жидкость.

Картофель (сваренный въ 3% растворѣ морской соли) налетъ блестящій кремобураго цвѣта. Картофель слегка темнѣетъ. Формы исключительно кокки, рѣдко диплококки.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Образованіе нитритовъ и амміака.

Окраска по Граму. Не окрашивается.

Мѣстонахожденіе: станція 1354 (70° 30′ 30″ N 36° 38′ E) въ водѣ изъ придонного слоя съ глубины 175 метровъ.

Micrococcus minutissimus mihi.

Мелкій неподвижный коккъ, діам. въ 1 μ.; на косомъ агарѣ въ видѣ цѣпочекъ изъ 3-4 члениковъ, иногда въ видѣ пластинокъ (рис. 18).

Рыбный бульонъ. По поверхности его образуется тонкая бѣловатая пленка, легко разрывающаяся на небольшіе обрывки, которые плаваютъ по верху, не опадая на дно пробирки.

Рыбная желатина разжижается, колонiи круглыя, въ колонiяхъ мелкiя неподвижныя формы.

Рыбный агаръ ростъ вдоль укола, на поверхности бѣлая блестящая сухая пленка съ радiальной штриховатостью. Къ центру налетъ слегка темнѣе.

На косомъ агарѣ налетъ бѣлый со слабымъ кремовымъ оттѣнкомъ.

Молоко не измѣняется.

Картофель—слабый бѣловатый налетъ.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Организмъ образуетъ нитритъ и амміакъ; на днѣ появляется осадокъ въ видѣ капатика. На средѣ Гильтая не развивается.

Окраска по Граму. Не окрашивается.

Мѣстонахожденiе: станцiя 1356 (71° 48′N 39° 00′ E) въ водѣ съ глубины 100 метровъ.

Micrococcus marinus mihi.

Коккъ, соединенный въ слизистые комочки, сравнительно мало попадается отдѣльныхъ кокковъ и диплококковъ. Размѣры кокка доходятъ до 1,5—2 μ. (рис. 19).

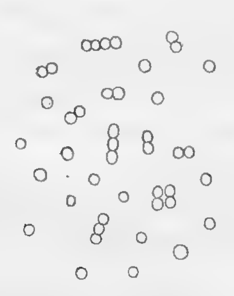


Рис. 18. Micrococcus minutissimus, тринадцатидневная культура съ рыбнаго агара. Увеличенiе около 2000.

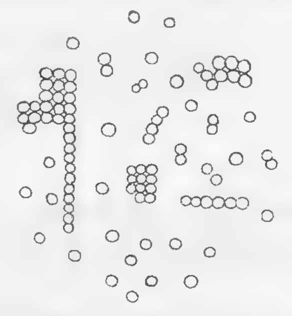


Рис. 19. Micrococcus marinus, двухдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличенiе 1000.

Рыбный бульонъ. Образуетъ муть.

Рыбная желатина. Ростъ вдоль укола безъ разжиженiя.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола; уколъ имѣетъ видъ идущихъ другъ за другомъ отдѣльныхъ комочковъ. На поверхности агара большой, бѣлый, блестящiй налетъ; края пробирки покрыты бѣловатыми выдѣленiями.

По косозастывшему агару налетъ бѣлый блестящiй, слизистый, тянущiйся за платиновой иглой. Въ 6 мѣсячныхъ культурахъ налетъ по срединѣ посѣва кремовый, по краямъ бѣлый, блестящiй, суховатый, со слабыми признаками складчатости. Къ низу отъ налета отходитъ поясъ бѣлыхъ выдѣленiй.

Молоко свертывается, надъ сгусткомъ образуется прозрачная среда.

Картофель. Блестящiй, слабо замѣтный налетъ.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Организмъ образуетъ нитриты и амміакъ.

На средѣ Грана и Гильтая селитру не разлагаетъ.

Окраска по Граму. Красится по Граму.

Мѣстонахожденіе: станція 1366 (71° 48′ N50° 29′ E) изъ воды съ глубины 100 метровъ.

Micrococcus Catharinensis mihi.

Коккъ, размѣры его около 1 μ. (рис. 20).

Рыбный бульонъ Образуется муть и осадокъ.

Рыбная желатина. Очень медленное воронкообразное разжиженіе: въ теченіе 2½ мѣсяцевъ разжижено только ⅓ часть желатины въ пробиркѣ. По стѣнкамъ воронки осаждается волокнистый рыхлый осадокъ нижняя часть укола—не разжижена.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола; налета (шляпки)нѣтъ даже въ сравнительно старыхъ культурахъ (6—9 мѣсяцевъ). На косомъ агарѣ круглыя бѣлыя колоніи. Въ анаэробныхъ условіяхъ не развивается.



Рис. 20. Micrococcus Catharinensis, двухдневная культура съ рыбнаго агара. Увелич. 1000.

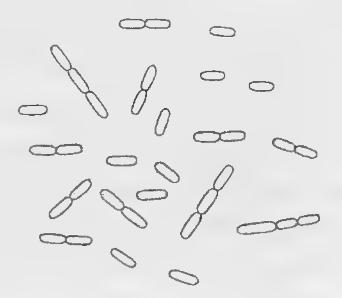


Рис. 21. Bacterium arcticum, пятидневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Разлагаетъ селитру съ образованіемъ нитрита и амміака.

Мѣстонахожденіе: Екатерининская гавань въ илѣ, съ глубины 39 метровъ.

Bacterium arcticum mihi.

Подвижная палочка, соединенная по двѣ и по три клѣтки въ нить. Длина отдѣльныхъ клѣтокъ различна 2—4 μ. ширина 1 μ. (Рис. 21).

Рыбный бульонъ. На поверхности образуется пленка, на днѣ осадокъ, который при встряхиваніи пробирки поднимается со дна въ видѣ довольно плотнаго канатика.

Рыбная желатина. Ростетъ, разжижая желатину и образуя на ея поверхности пленку. Колоніи въ разливкахъ небольшія, сѣроватыя, прозрачныя, зернистыя.

Рыбный агаръ. Ростетъ вдоль укола, образуя на поверхности широкую, расплывающуюся шляпку. Поверхность ея блестящая, но не ровная.

Вокругъ шляпки по поверхности агара бѣловатый налетъ, такой же налетъ замѣтенъ вдоль укола, образуя вокругъ него какъ бы своеобразный футляръ.

Ростъ по косо застывшему агару въ видѣ гладкаго блестящаго налета, почти совершенно сливающагося съ агаромъ. Колоніи на агарѣ съ болѣе темной серединой.

Молоко не свертывается.

Картофель. Сухой складчатый налетъ сѣровато-желтаго цвѣта.

Бульонъ съ селитрой. Развивается, но нитритовъ не образуетъ.

Среда Гильтая. Образованіе нитритовъ наступаетъ на 3-й день.

Окраска по Граму. По Граму окрашивается.

Мѣстонахожденіе: станція 1354 (70°30′30″N 36°38′E) изъ ила съ глубины 182 метровъ.

Bacterium papillare mihi.

Неподвижная палочка съ закругленными концами. Размѣры отдѣльныхъ клѣтокъ въ неокрашенномъ состояніи: длина 1 — 2 μ. ширина 0,7 μ. (Рис. 22). Инволюціонныя формы, появляющіеся въ старыхъ культурахъ, имѣютъ чаще всего форму шаровъ.

Рыбный бульонъ. Въ бульонѣ образуетъ муть, на поверхности развивается пленка.

Рыбная желатина. Ростъ уколомъ происходитъ безъ разжиженія желатины, на поверхности желатины образуется бѣловатая шляпка.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, на поверхности расплывающійся совершенно жидкій налетъ. Цвѣтъ налета бѣловатый со слабо замѣтной желтизной къ центру.

Рис. 22. Bacterium papillare, четырехдневная культура съ рыбнаго агара. Увелич. 2000.

При посѣвѣ по поверхности косо застывшаго агара образуется грязновато бѣлый налетъ. При разсматриваніи пробирки противъ свѣта замѣтна сильная зеленоватая иризація. Какъ при посѣвахъ уколомъ, такъ и по поверхности агара, вокругъ бактеріальнаго налета замѣтенъ на агарѣ бѣловатый налетъ. Этотъ налетъ въ старыхъ культурахъ исчезаетъ, а бактеріальная пленка, измѣняясь въ окраскѣ, становится слегка лимоннаго цвѣта, при этомъ поверхность изъ гладкой превращается въ шероховатую.

Въ очень старыхъ культурахъ (16 мѣсяцевъ), въ которыхъ агаръ нѣсколько подсохъ, шляпка принимаетъ видъ типичной „бородавки“,

цвѣтъ этой бородавки слегка желтоватый. Въ культурахъ другихъ микроорганизмовъ я не видѣлъ подобныхъ „бородавокъ".

Молоко—свертывается, образуется сгустокъ.

Картофель—слабый ростъ.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Разлагаетъ азотнокислыя и азотистокислыя соли.

Среда Гильтая—разлагаетъ азотнокислыя соли, образуя азотистокислыя.

Окраска по Граму. По Граму не окрашивается.

Мѣстонахожденіе: станція 1354 (70°30′30″N 36°38′E).

Bacterium Knipowitchi mihi.

Палочки подвижныя, довольно длинныя, длина 2—4 μ. съ закругленными концами, образующія длинныя нити. Содержимое палочекъ нѣжно зернистое почти гомогенное. При движеніи палочекъ онѣ изгибаются такъ, что производятъ впечатлѣніе спирилообразныхъ организмовъ. (Рис. 23).

Въ 4 мѣсячныхъ культурахъ на рыбномъ агарѣ образуется безформенный, насколько это можно замѣтить, детритъ, состоящій изъ зернышекъ и едва уловимыхъ палочекъ, чрезвычайно тоненькихъ. Мѣстами, если захватить иглой большій кусочекъ налета, онъ оказывается состоящимъ изъ нитей, соединенныхъ другъ съ другомъ на подобіе веревокъ. Такой распадъ культуры на рыбномъ агарѣ начинается уже по прошествіи 1 мѣсяца культивированія, когда въ ней замѣтны палочки и шарики столь разнообразные по формѣ, что при работахъ съ этимъ видомъ не разъ приходила мысль, что имѣешь дѣло не съ чистой культурой. Но рядъ желатиновыхъ разливокъ, повторяемый время отъ времени, всегда убѣждалъ въ полной однородности культуры.

Рис. 23. Bacterium Knipowitchi, двухдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

Рыбный бульонъ. На поверхности его образуется ровная пленка, отъ которой при встряхиваніи пробирки отдѣляются мелкія хлопья. Бульонъ сверху принимаетъ слегка буроватый цвѣтъ, который постепенно переходитъ въ болѣе темный и наконецъ въ старыхъ культурахъ становится совершенно темнаго цвѣта.

Рыбная желатина. Ростъ вдоль укола, разжиженіе ея наступаетъ не сразу, а лишь по прошествіи нѣсколькихъ дней. На поверхности желатины большая бѣлая шляпка, отъ которой начинается разжиженіе.

Колоніи разнообразны:

1) круглыя, свѣтло-желтыя съ круглымъ большимъ центромъ въ

срединѣ, слабо волокнистыя, замѣтно слизистой консистенціи. Желатину разжижаютъ (4—5 день).

2) круглыя, буро-желтыя, волокнистыя.

При разжиженіи желатины вокругъ колоніи образуется болѣе или менѣе широкій поясъ жидкой желатины, по краямъ котораго собираются бактеріи, образуя здѣсь буровато коричневое кольцо.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, на поверхности налетъ темный и жидкій, агаръ постепенно темнѣетъ. Потемнѣніе начинается обыкновенно на 5 день, тогда поверхность агара бываетъ уже покрыта сплошнымъ налетомъ. На второй день послѣ посѣва на косой рыбный агаръ образуется бѣловатый налетъ, иризирующій голубоватымъ цвѣтомъ тамъ, гдѣ онъ тоньше, и красноватымъ, гдѣ онъ толще. Въ старыхъ 16 мѣсячныхъ культурахъ блестящій налетъ на поверхности агара становится темно-коричневаго цвѣта. Характерной особенностью культуръ этого микроорганизма является кристалло-образованіе, весь налетъ на косомъ агарѣ мѣстами сплошь оказывается покрытымъ кристаллами углекислой извести.

Картофель (сваренный въ 3% растворѣ морской соли). Блестящій какъ бы мокрый, слегка желтоватый налетъ.

Молоко. Ростъ безъ свертыванія молока.

Среда Гильтая. Образуетъ нитриты.

Окраска по Граму. Не окрашивается.

Мѣстонахожденіе: станція 1372 (69°40′N 34°10′E) въ водѣ съ поверхности моря.

Видъ этотъ я предлагаю назвать въ честь изслѣдователя Сѣвернаго Ледовитаго океана и Могильнаго озера Н. М. Книповича — Bacterium Knipowitchi.

Bacterium flavum mihi.

Подвижная палочка, размѣръ которой 2,5—3 μ. длины и 0,8—1 μ. ширины. Нѣкоторыя палочки слегка изогнуты, другія соединены вмѣстѣ; содержимое слегка зернистое съ блестящими зернышками. Палочки подвижныя при чемъ у болѣе длинныхъ ясно выражено змѣевидное движеніе. (Рис. 24).

Рис. 24. Bacterium flavum, двухдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 2000.

Рыбный бульонъ. Въ бульонѣ образуется муть, а по краю пробирки налетъ, пленки нѣтъ.

Рыбная желатина. Ростъ вдоль укола, шляпка (налета) не образуется, желатину не разжижаетъ.

Колоніи круглыя, желтоватыя.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, шляпка большая выпуклая гладкая, желтая, слегка блестящая, почти круглая, по краямъ слегка

зазубренная и окруженная болѣе свѣтлымъ поясомъ. Въ старыхъ культурахъ отъ укола отходятъ въ стороны отроги, болѣе длинные ближе къ поверхности среды.

На косомъ агарѣ отдѣльно лежащія желтоватыя колоніи, между которыми замѣтенъ бѣловатый налетъ.

Картофель (проваренный въ 3% растворѣ морской соли). Едва замѣтный желтоватый налетъ.

Молоко. Развивается хорошо, сначала свертывая его, а потомъ растворяя сгустокъ. При этомъ молоко принимаетъ янтарный цвѣтъ.

Среда Грана (нѣсколько видоизмѣненная).

яблочнокислая известь.	0,5%
азотнокислый калій	0,1%
фосфорнокислый калій	0,05%
сѣрнокислая магнезія	0,05%
хлористый натрій	3
дестиллированная вода	100 к. с.

развивается, хотя и слабо, не смотря на ясно кислую реакцію среды. Разложеніе селитры замѣтно (при температурѣ 15° Ц.) на 7—10 день.

Прибавленіе углеводовъ (глюкозы) къ щелочной средѣ ускоряетъ возстановленіе селитры, но потомъ процессъ идетъ совершенно одинаково въ пробиркѣ съ глюкозой и безъ нея. Глицеринъ ускоряетъ возстановленіе.

Пептонный бульонъ съ селитрой. Развитіе организма довольно слабое, такъ же какъ и образованіе нитритовъ.

Окраска по Граму. По Граму окрашивается.

Мѣстонахожденіе: Екатерининская гавань, въ водѣ съ глубины 1—2 метровъ (температура воды + 11° Ц. 14.VII.1906).

Bacterium Breitfussi mihi.

Подвижная палочка, движеніе которой довольно своеобразно: палочка какъ бы изгибаясь, пробѣгаетъ короткое разстояніе, потомъ останавливается, затѣмъ опять пробѣгаетъ короткое разстояніе, останавливается и т. д. Размѣры отдѣльныхъ клѣточекъ въ живомъ неокрашенномъ состояніи длина 2,5μ. ширина 0,6—0,7μ. Попадаются, однако, и болѣе длинныя до 5μ., иногда встрѣчаются и болѣе короткія—до 2μ. Ширина палочекъ, не завися отъ длины, остается одна и та же. Нѣкоторыя палочки слегка изогнуты. Въ 4 дневныхъ культурахъ на рыбномъ агарѣ встрѣчаются длинныя спириллообразныя нити, имѣющія по 6 завитковъ.

Съ рыбной желатины формы менѣе подвижныя, слегка изогнутыя. Во многихъ клѣткахъ замѣтны блестящія тѣльца, расположенныя по концамъ тѣла. (Рис. 25).

Рыбный бульонъ. Ростъ хорошій съ образованіемъ мути и пленки. На днѣ осадокъ.

Рыбная желатина. Желатина разжижается сначало медленно, а потомъ быстрѣе; на поверхности разжиженной желатины образуется бѣлая, довольно плотная пленка, а на днѣ пробирки собирается хлопьевидный осадокъ. Желатина не теряетъ своей прозрачности, въ ней плаваютъ опадающіе на дно кусочки пленки. Въ старыхъ культурахъ осадокъ, образовавшійся на днѣ, съ теченіемъ времени уплотняется и тогда, при встряхиваніи пробирки, поднимается со дна съ трудомъ, не образуя хлопьевъ, не вызывая помутнѣнія желатины, а лишь слегка приподнимаясь со дна въ видѣ воронкообразной массы.

Колоніи быстро разжижаютъ желатину, причемъ вокругъ каждой колоніи большой поясъ разжиженія.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, на поверхности большая, блестящая, гладкая, расплывающаяся шляпка. Агаръ окрашивается въ зеленоватый или буро-зеленоватый цвѣтъ.

Рис. 25. Bacterium Breitfussi, двухдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

По косозастывшему агару образуется блестящій бѣлый слегка суховатый, какъ бы эмалевый, налетъ. За платиновой иглой этотъ налетъ слегка тянется въ видѣ нити.

Окраска агара въ зеленоватый цвѣтъ наблюдается при температурѣ 16—18° Ц. на 4—5 день, при чемъ агаръ принимаетъ окраску, начиная сверху. Въ старыхъ культурахъ зеленоватый цвѣтъ агара бурѣетъ. Налетъ по его поверхности, первое время, бѣлый блестящій, принимаетъ болѣе темный оттѣнокъ, дѣлается суше, вокругъ него появляются бѣлыя выдѣленія. Если произвести посѣвъ въ конденсаціонную воду и потомъ смочить ею косую поверхность агара, то развиваются круглыя колоніи, не сливающіеся между собой.

Молоко. Принимаетъ видъ темной (черной) густой массы.

Картофель. Образуется налетъ грязно-желтоватый, блестящій, поднимающійся надъ картофелемъ.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Образуются азотисто-кислыя соли (нитриты).

Среда Гильтая. Не разлагаетъ азотнокислыхъ солей.

Окраска по Граму. Не окрашивается.

Мѣстонахожденіе: станція 1356 (71°48′N 39°00′E), изъ воды съ

глубины 100 метровъ. Екатерининская гавань, изъ воды съ глубины 10 метровъ (температура воды + 11,2° Ц. 11.VII.06).

Этотъ видъ я предлагаю назвать въ честь инціатора бактеріологическихъ изслѣдованій въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ, начальника экспедиціи Л. Л. Брейтфуса—Bacterium Breitfussi.

Bacterium Linkoi mihi.

Палочка весьма подвижная, длина ея 2—2,5 μ., ширина 0,8—1 μ. Подвижныя формы только въ молодыхъ культурахъ, въ старыхъ же ихъ уже не видно. (Рис. 26).

Рыбный бульонъ. Образованіе пленки гладкой сверху и волокнистой съ нижней ея поверхности, осадокъ почти совершенно не образуется. Пленка, при встряхиваніи пробирки, сразу не разрывается и не опадаетъ на дно, но лишь съ извѣстнымъ трудомъ распадается на большіе обрывки, часть которыхъ опадаетъ на дно, а часть остается на поверхности. Бульонъ темнѣетъ, даже становится совершенно чернымъ.

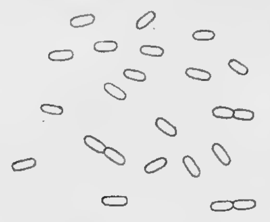


Рис. 26. Bacterium Linkoi двухдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

Рыбная желатина. Колоніи бурожелтыя, очень часто состоящія изъ концентрическихъ колецъ, плотныя, снимающіеся платиновой иглой цѣликомъ, слизистыя. Бактеріи въ колоніи соединены другъ съ другомъ крѣпко, такъ что разъединяются лишь съ трудомъ.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, поверхность агара покрыта гладкимъ чернокоричневымъ налетомъ. Далеко вдоль укола потемнѣніе агара не распространяется.

По косому агару образующійся налетъ сначала бѣловытый, блестящій. Если посѣвъ произведенъ такимъ образомъ, что на агарѣ сначала появляются отдѣльныя колоніи, то эти колоніи окрашены въ бѣлый цвѣтъ съ болѣе темнымъ краемъ. Послѣ того какъ колоніи сливаются другъ съ другомъ онѣ мало чѣмъ по цвѣту отличаются отъ агара. Потемнѣніе агара начинается на 7—8 день и скоро онъ становится почти темнокоричневымъ.

Молоко не свертывается, но развитіе микроорганизма на этой средѣ представляетъ извѣстный интересъ: сначало молоко желтѣетъ, принимаетъ янтарный цвѣтъ, постепенно этотъ янтарный цвѣтъ, начиная сверху, темнѣетъ, переходя въ цвѣтъ, напоминающій обкуренный дымомъ янтарный мундштукъ. Бактеріальный налетъ по краямъ пробирки почти черный. Со временемъ молоко совершенно чернѣетъ.

Картофель (сваренный въ 3% растворѣ морской соли). Ростъ не замѣтенъ.

Бульонъ съ селитрой. Развивается, образуя пленку, при встряхиваніи пробирки разрывающуюся на части, изъ которыхъ нѣкоторыя опадаютъ на дно, а другія остаются на поверхности. Бульонъ постепенно темнѣетъ, селитра не разрушается.

Среда Гильтая. Разложеніе селитры съ образованіемъ газа.

Окраска по Граму. Не окрашивается.

Мѣстонахожденіе: Екатерининская гавань, вода съ глубины 39 метровъ.

Этотъ видъ я предлагаю назвать въ память о товарищѣ по экспедиціи А. К. Линко—Bacterium Linkoi.

Bacterium Barentsianum mihi.

Очень подвижная палочка съ закругленными концами. Длина доходитъ у нѣкоторыхъ клѣтокъ до 5 μ., но чаще всего попадаются въ 2—3 μ. Ширина 0,8—1 μ., а окрашенныхъ палочекъ (генціанъ-віолеттъ) 0,5—0,6 μ. (Рис. 27).

Рис. 27. Bacterium Barentsianum, трехдневная культура со среды Гильтая. Увеличеніе 1000.

Среда Гильтая. На средѣ Гильтая съ азотнокислымъ каліемъ развивается очень хорошо, образуя муть при 25—30 Ц. въ теченіи первыхъ же сутокъ. На поверхности появляется довольно плотная пленка, которая поднимается образующимися газами. Пленка эта въ первыхъ посѣвахъ водой изъ океана состоитъ изъ двухъ (иногда трехъ) видовъ бактерій: палочки длинной тонкой (Bacterium Barentsianum) и короткой толстой. Раздѣлить эти двѣ формы (Рис. 28) довольно кропотливая задача, потребовавшая очень много времени. На днѣ пробирки собирается обильный осадокъ. Способность образовать газы сохранялась въ культурахъ нѣсколько лѣтъ и теперь еще, по прошествіи 6 лѣтъ, она не утеряна, хотя и ослабѣла, что выражается, главнымъ образомъ въ томъ, что посѣвы петлей изъ пробирки въ пробирку не всегда удаются, посѣвы же со дна пипеткой или переливаніемъ культуры въ новую пробирку удаются всегда. Образованіе газа начинается на 3—4 день. Недѣли черезъ 2, а иногда и нѣсколько раньше, въ питательной средѣ появляются слизистыя длинныятолстыя нити, идущія отъ поверхности жидкости до дна пробирки. Нити эти образуются какъ на средѣ съ азотнокислымъ каліемъ, такъ и съ азотистокислымъ каліемъ;

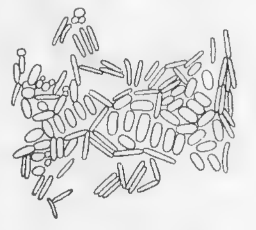


Рис. 28. Bacterium Barentsianum, пленка въ первомъ посѣвѣ водой на среду Гильтая. Видны три вида микроорганизмовъ. Рисунокъ съ фотографіи живыхъ бактерій. Увеличеніе около 1000.

при чемъ на послѣдней средѣ пленка отсутствуетъ, образованія газовъ не замѣтно. На стѣнкахъ пробирки, въ пленкѣ и на днѣ отлагаются массами кристаллы $MgHPO_4 + 3H_2O$ *).

Рыбная желатина. Развивается вдоль укола, долго не разжижая ее. Шляпка на поверхности бѣловатая.

Въ разливкахъ колоніи зернистыя. круглыя или овальныя, коричневатыя, мало характерныя. На поверхности въ видѣ бородавочки. Вокругъ нѣкоторыхъ колоній лучи.

Рыбный агаръ. По косозастывшему агару ростъ—въ видѣ бѣловатаго налета малохарактернаго.

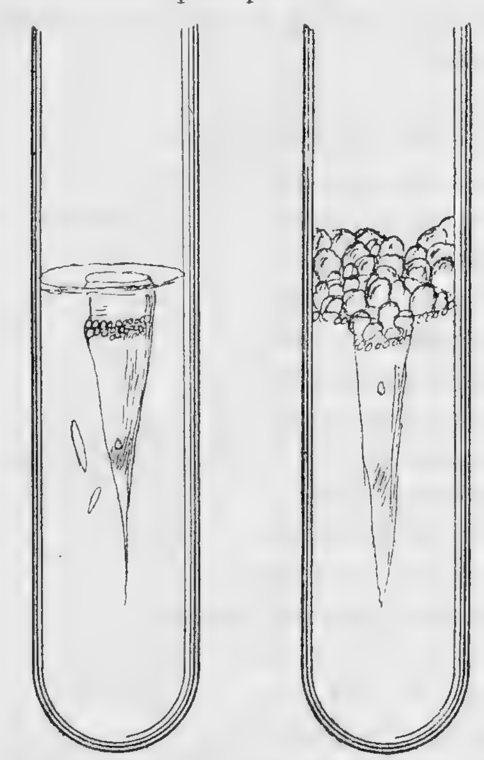


Рис. 29. Bacterium Barentsianum первые дни развитія на желатинизированной средѣ Гильтая.

Рис. 30. Bacterium Barentsianum, образованіе газовъ па желатинизированной средѣ Гильтая.

Молоко принимаетъ цвѣтъ коричневатый, напоминающій своимъ видомъ обыкновенный мясо-пептонный бульонъ.

Картофель. Развивается плохо въ видѣ почти незамѣтнаго налета.

Агаръ со средой Гильтая—слабый ростъ.

Желатина со средой Гильтая. Ростъ вдоль укола, сначало безъ разжиженія ея, но потомъ начинается разжиженіе и образованіе газовъ (рис. 29). Разжиженіе вдоль укола увеличивается, но не достигаетъ стѣнокъ пробирки, на днѣ и по стѣнкамъ укола хлопьевидный осадокъ, сильное выдѣленіе газа (Рис. 30).

Рыбный бульонъ съ селитрой. Образуется муть, газа нѣтъ, слабое образованіе нитритовъ.

Окраска по Граму. По Граму не окрашивается.

Мѣстонахожденіе: найденъ на станціяхъ возлѣ береговъ Новой Земли и на станціяхъ: 1354 (70° 30′ N 36° 38′E) и 1372 (69° 40′N 34° 10′E).

*) Hutchinson, B. Ueber Kristallbildung in Kulturen denitrifizierenden Bakterien. Centralblatt für Bacteriologie. II Abt. Bd. XVI. pag. 325.

Bacterium Beijerincki mihi.

Весьма подвижная палочка съ закругленными концами. Длина 3—5 μ., ширина 0,9 μ.

Рыбный бульонъ. Развивается, образуя пленку съ отходящими книзу нитями.

Рыбная желатина. Колоніи въ разливкахъ круглыя, зернистыя ясно коричневыя. Въ глубинѣ желатины слегка овальныя, на поверхности въ видѣ бородавочекъ. Разжиженія желатины нѣтъ. Ростъ вдоль укола съ мало характерной небольшой шляпкой на поверхности.

Рыбный агаръ. По косо застывшему агару уже черезъ сутки замѣтенъ бѣловатый налетъ, совершенно гладкій.

Молоко принимаетъ цвѣтъ бульона.

Картофель. Ростъ въ видѣ мало замѣтнаго, безцвѣтнаго налета.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Развивается образуя муть и пленку съ отходящими книзу слизистыми нитями. Газа не выдѣляетъ, слабое образованіе нитритовъ, амміака—нѣтъ.

Среда Гильтая съ KNO_3. Развивается очень хорошо, образуя пленку съ отходящими книзу слизистыми нитями. Образованіе газовъ наступаетъ на 2-й день (при 25° Ц.), азотнокислыя соли быстро разлагаются (черезъ 7 дней обыкновенно въ пробиркѣ нѣтъ нитратовъ).

Рис. 31. Bacterium Beijerincki, трехдневная культура со среды Гильтая. Увеличеніе 1000.

При прибавленіи KNO_2 къ средѣ Гильтая вмѣсто KNO_3 бактеріи развиваются, но среда остается почти прозрачной. На поверхности пленка съ коричневатымъ оттѣнкомъ, сухая, отъ нея отходятъ слизистыя нити.

Окраска по Граму. По Граму не окрашивается.

Мѣстонахожденіе: у береговъ Новой Земли (М. Кармакулы — въ водѣ; Бѣлушья Губа—въ водѣ), Югорскій Шаръ (илъ со станціи 1380); въ водѣ взятой возлѣ береговъ о. Кильдина, въ илу—станція 1403 (69° 04′ N 40° 16′E).

Этотъ видъ я предлагаю назвать въ честь проф. М. Бейеринка—Bacterium Beijerincki.

Bacterium Fausseki mihi.

Неподвижная палочка съ закругленными концами длиной 2—2,5 μ. при ширинѣ въ 1 μ. Много двойныхъ палочекъ. У очень многихъ палочекъ края клѣтокъ кажутся не ровными, а слегка волнистыми. Въ культурахъ попадаются весьма длинныя нити. (Рис. 32).

Рыбный бульонъ. Бульонъ совершенно прозрачный, на поверхности его пленка бѣлаго цвѣта. Въ пробиркахъ, залитыхъ парафиномъ, идетъ образованіе сѣроводорода.

Рыбная желатина. Ростетъ вдоль укола, образуя на поверхности большую шляпку, слегка розоватаго цвѣта. Колоніи круглыя, зернистыя, коричневыя.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, по поверхности совершенно гладкая шляпка, состоящая какъ бы изъ чередующихся колецъ свѣтлыхъ и слегка тѣлеснаго цвѣта.

По косозастывшему агару налетъ сѣроватый, при разсматриваніи съ боку желтоватотѣлеснаго цвѣта. Въ старыхъ культурахъ налетъ принимаетъ темноватый оттѣнокъ.

Рис. 32. Bacterium Fausseki, трехдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе около 800.

Молоко раздѣляется на два слоя: нижній хлопьевидный, верхній жидкій.

Картофель. Налетъ блестящій, жидковатый, желтого цвѣта.

Рыбный бульонъ съ селитрой. Хорошо развивается, разлагая селитру съ образованіемъ газовъ. На поверхности бульона образуется пленка съ отходящими отъ нея длинными узловатыми нитями. Нити эти состоятъ изъ палочекъ, окруженныхъ слизью.

Среды Гильтая и Грана. Развивается, образуя нитраты.

Окраска по Граму. По Граму окрашивается.

Мѣстонахожденіе: выдѣленъ изъ ила, взятаго въ Могильномъ озерѣ (о. Кильдинъ).

Этотъ видъ я предлагаю назвать въ память одного изъ первыхъ изслѣдователей Могильнаго озера В. А. Фаусека—Bacterium Fausseki.

Изъ приведеннаго мною описанія, найденныхъ въ водахъ Сѣвернаго Ледовитаго океана, микроорганизмовъ, способныхъ возстановлять селитру, видно, что микроорганизмы эти распространены въ водѣ океана довольно широко, встрѣчаясь почти на всѣхъ станціяхъ и во всѣхъ пробахъ воды съ различныхъ глубинъ (см. таблицу на стр. 123).

Не всѣ они одинаково находятся повсюду, но считать это доказаннымъ даже предположительно, конечно, нельзя. Случайность въ ихъ нахожденіи мною должна была играть и играла большую роль,—достаточно было при посѣвѣ водой внести въ пробирку большее число индивидуумовъ одного какого нибудь вида, чтобы искусственно создать преобладаніе этого вида

въ культурахъ, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда и среда къ тому же была для него болѣе пригодна, чѣмъ для другого вида, внесеннаго въ пробирку одновременно.

Въ разливкахъ легко могли не развиться или ускользнуть колоніи меньшихъ числомъ видовъ и, такимъ образомъ, получалось мало свѣдѣній о распространеніи одного кого нибудь вида среди другихъ, надѣленныхъ тѣми же качествами. Но составить понятіе о процессахъ, способныхъ вызываться встрѣчающимися повсюду въ морѣ микроорганизмами, все же можно было и въ этомъ—положительная сторона подобныхъ изслѣдованій. Сравнить найденныя формы съ уже описанными, опредѣлить ихъ и точно идентифицировать съ уже извѣстными видами—задача почти неисполнимая въ виду той лаконичности, съ которой описаны микроорганизмы, найденные до сихъ поръ въ другихъ моряхъ. Эта лаконичность описанія, дающая мало матеріала для сравненія формъ между собой, не чуждая и моей работѣ, неизбѣжна пока для большинства описываемыхъ формъ, не дающихъ матеріала для болѣе полнаго ихъ описанія, это особенно касается малохарактерныхъ видовъ, не образующихъ споры, а такъ же родовъ Micrococcus, Bacterium или Spirillum не всегда поддающихся даже культурѣ.

Что касается участія всѣхъ найденныхъ микроорганизмовъ въ процессахъ возстановленія въ морѣ азотнокислыхъ и азотистокислыхъ соединеній, то роль ихъ въ этомъ отношеніи далеко, несомнѣнно, не одинакова, учесть роль каждаго изъ нихъ въ процессѣ возстановленія—невозможно, остается только предположеніе, основанное на изученіи скорости разложенія азотнокислыхъ солей въ культурахъ, что главная роль принадлежитъ, повидимому, тѣмъ видамъ, которые, подобно Bacterium Barentsianum и Bacterium Beijerincki, могутъ быть отнесены къ болѣе типичнымъ денитрификаторамъ. Съ другой стороны при оцѣнкѣ ихъ дѣятельности надо имѣть въ виду, что въ естественныхъ условіяхъ, которыя столь отличны отъ условій опыта, ходъ процесса разложенія регулируется, по всѣмъ вѣроятіямъ, и другими факторами, нами еще не подмѣченными или недостаточно оцѣненными, и тогда роль остальныхъ микроорганизмовъ, надѣленныхъ менѣе замѣтной въ лабораторіи возстановительной способностью, можетъ оказаться въ природныхъ условіяхъ болѣе значительной.

ГЛАВА VII.

О сѣроводородномъ броженіи.

> La formation d'acide sulfhydrique et de sulfures sous l'action de la vie est un phénomène naturel très-répandu, et qui mérite l'intérêt non-seulement à un point de vue purement scientifique, mais encore au point de vue de la géologie et de l'hygiène.
> La signification géologique de ces phénomènes devient immédiatement évidente quand on se rappelle que la vase de lacs entiers et même celle de certaines mers est chargée de sulfure de fer.
>
> *M. Beyerinck.*

Послѣ изслѣдованій русскихъ ученыхъ, произведенныхъ въ Черномъ морѣ въ 1890—91 годахъ, во время рейсовъ „Черноморца", „Запорожца" и „Донца", явленіе сѣроводороднаго броженія и важность его, какъ въ круговоротѣ веществъ, такъ и въ біологической физіономіи моря, получило выпуклое значеніе. Разрозненныя отдѣльныя наблюденія и факты пріобрѣли свое объясненіе, а участіе микроорганизмовъ въ геологическихъ процессахъ, поражающихъ своею грандіозностью, получило полное доказательство.

Необходимость изученія роли микроорганизмовъ въ ихъ вліяніи на природу бассейна стало очевидно и ни у кого не могло возникнуть сомнѣнія въ значеніе ихъ, какъ одного изъ могущественныхъ факторовъ въ рядѣ біологическихъ процессовъ, характеризующихъ данный бассейнъ.

Присутствіе въ водѣ озеръ и въ особенности въ водѣ ключей сѣроводорода съ его характернымъ запахомъ, позволяющимъ уловить даже незначительное количество этого газа—было извѣстно давно и сѣрнистыя воды пользовались особымъ вниманіемъ, благодаря своей, въ большинствѣ случаевъ, цѣлебной силѣ.

Нельзя сказать, чтобы былъ недостатокъ въ изученіи этихъ водъ съ химической стороны и въ опредѣленіи количества сѣроводорода, находящагося въ нихъ. Въ энциклопедическомъ словарѣ [1]), изданномъ во Франціи въ началѣ XIX столѣтія при участіи всѣхъ извѣстныхъ тогда ученыхъ, въ статьѣ, представляющей монографію о водѣ, написанной химикомъ Шеврелемъ, можно найти анализы почти всѣхъ важнѣйшихъ минеральныхъ водъ и не трудно видѣть какое удѣлялось вниманіе ихъ изученію. Присутствіе сѣроводорода въ водѣ морей тогда еще не было извѣстно, но уже въ томъ же 1819 году Александръ Мерсе [2]) сообщилъ въ „Philosophical Transactions" результаты опредѣленія удѣльнаго вѣса и температуры морской воды и, между прочимъ, указалъ, что въ пробѣ воды изъ Желтаго моря имъ былъ обнаруженъ въ значительномъ количествѣ сѣроводородъ.

Происхожденіе этого сѣроводорода въ морской водѣ заинтересовало Мерсе („There is something in this developement of sulphur in sea water which is by no means well understood") и онъ высказалъ предположеніе, что его образованіе надо приписать дѣйствію „растительной или животной матеріи" („vegetable or animal matter") на морскую воду [3]).

Это, насколько мнѣ извѣстно, первое литературное указаніе присутствія сѣроводорода въ моряхъ, хотя, само собой разумѣется, далекое отъ той точности, которая требуется въ настоящее время отъ подобныхъ указаній. Достаточно вспомнить, что вода подвергалась анализу, обыкновенно, много времени спустя послѣ того, какъ была взята изъ моря. Между взятіемъ воды и ея анализомъ проходило нѣсколько лѣтъ и въ водѣ, за это время, могли, конечно, произойти процессы гніенія организмовъ, попавшихъ съ водою въ сосудъ, и повліять своимъ разложеніемъ на измѣненіе ея состава.

Взглядъ, высказанный Мерсе о значеніи животной и растительной матеріи для образованія сѣроводорода, не стоитъ особнякомъ, но былъ въ то время общимъ взглядомъ, такъ въ упомянутой уже статьѣ Шевреля [4]) можно найти указаніе, что значеніе органическаго вещества для образованія H_2S учитывалось и этимъ извѣстнымъ химикомъ: „dans les eaux qui contiennent des sulfates et des matières organiques en disso-

[1]) Dictionnaire des sciences naturelles T. 14. 1819.

[2]) Marcet, Alexander. On the specific gravity, and temperature of Sea Waters in different parts of the Ocean, and in particular seas; with some account of their saline contents. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. London. 1819. Part I. pag. 161.

[3]) Marcet, l. c. pag. 195.

[4]) Chevreul, Eau—въ Dictionnaire des sciences naturelles. T. 14. 1819. pag. 81.

lution, celles-ci peuvent reduire les sulfates en sulfures hydrogénés, si les eux ne peuvent absorber l'oxygent de l'atmosphere".

Слѣдуетъ указать, что даже и нѣсколько раньше зависимость между образованіемъ сѣроводорода и органическимъ веществомъ была указана Шапталемъ и Фуркруа.

У Шапталя[1]) можно подмѣтить мысль объ участіи микроскопическихъ грибковъ въ бродильныхъ процессахъ.

Онъ обратилъ также вниманіе на то, что при уксусномъ броженіи, въ томъ случаѣ, когда одновременно происходитъ образованіе сѣроводорода, на поверхности жидкости появляется не только сѣра, но и пленка, состоящая изъ углекислой магнезіи и извести.

Въ этомъ же сообщеніи Шапталь описываетъ, появляющуюся на поверхности скисающаго вина, органическую пленку, сходную съ грибнымъ мицеліемъ: „bissus ou espèces de champignons qui se forment dans les souterrains, surtout dans les mines de charbon", эта пленка, по его мнѣнію, сама по себѣ можетъ вызвать скисаніе вина, ту же роль можетъ сыграть „d'un mucilage, d'un morceau de bois, vert ou sec". Такимъ образомъ, хоть и не ясно, но роль микроорганизмовъ въ процессахъ броженія, сопровождающихся при извѣстныхъ условіяхъ образованіемъ сѣроводорода, была высказана. Тогда-же образованіе H_2S изъ гніющихъ растительныхъ и животныхъ остатковъ было указано, какъ хорошо извѣстное явленіе, и другимъ изслѣдователемъ де-Фуркруа[2]).

Въ 1827 году Мульдеръ[3]) изслѣдовалъ воду каналовъ Амстердама въ связи съ явленіями гніенія этой воды и въ связи съ почернѣніемъ выкрашенныхъ въ свѣтлую краску оконныхъ рамъ и дверей. Образованіе развивающихся газовъ Мульдеръ приписалъ скопленію на днѣ каналовъ различныхъ растительныхъ отбросовъ и говоритъ, что въ водѣ были обнаружены имъ сѣроводородъ, углекислота и др. газы. Углекислота, по его мнѣнію, играетъ особенно большую роль, переводя хлористыя и сѣрнокислыя известь и магнезію въ углекислыя соли. Освободившаяся же сѣрная кислота подъ вліяніемъ метана разрушается и образуетъ CO_2 и H_2S. Для доказательства этого Мульдеръ набиралъ въ бутыль немного морской воды изъ канала и непахнущій болотный газъ

[1]) Chaptal, Observations sur l'Acide carbonique fourni par la fermentation des raisins, et sur l'Acide acéteux qui résulte de sa combinaison avec l'eau. Histoire de l'Academie Royale des sciences. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique, pour la même Année. Année MDCCLXXXVI. Paris MDCCLXXXVIII.

[2]) de-Fourcroy. Mémoire sur la formation et les propriétés du gaz hépatique. Mémoire de l'Academie Royale des sciences. MDCCLXXXVI. Paris. 1788.

[3]) Mulder, G. J. Verhandeling over de wateren en lucht der stad Amsterdam. 1827. Работа эта, напечатанная на голландскомъ языкѣ, коротко реферирована въ статьѣ Зальтета (Saltet, Ueber Reduktion von Sulfaten in Brackwasser durch Bakterien) въ Centr. für Bakt. II Abt. Bd. VI. 1900. pag. 648.

(geruchloses Sumpfgas) и черезъ нѣкоторое время замѣчалъ по запаху появленіе сѣроводорода. Когда онъ растворялъ въ ней различныя соли, встрѣчающіяся обыкновенно въ водѣ, то не замѣчалъ появленія сѣроводорода, но стоило къ ней прибавить тонко нарѣзанныя листья капусты и поставить сосудъ въ теплое мѣсто, чтобы этотъ газъ появился. Образованію сѣроводорода способствовала въ присутствіи листьевъ капусты сѣрнокислая магнезія, которая давала при этомъ углекислую магнезію.

Такимъ образомъ, Мульдеръ высказалъ много раньше взглядъ, аналогичный взгляду Гоппе Зейлера о вліяніи метана на образованіе сѣроводорода изъ сѣрнокислыхъ солей.

Въ 1840 году Даніель [1]) подвергъ изслѣдованію воду, присланную ему изъ англійскаго адмиралтейства для анализа, такъ какъ опытъ плаванія въ теченіе 30—40 лѣтъ показалъ, что мѣдная обшивка судовъ, плавающихъ у береговъ Африки такъ же портится въ 9 мѣсяцевъ какъ въ 3—4 года въ другихъ моряхъ.

Вода для анализа быда взята противъ устьевъ различныхъ рѣкъ (Sierra Léone, Volta, Bonny, Mooney, Gabaon, Congo) въ разстояніи до 35 миль и оказалась содержащей сѣроводородъ.

Даніель объясняетъ образованіе сѣроводорода разложеніемъ растительныхъ веществъ, вносимыхъ въ море рѣками, и возстановленіемъ сульфатовъ подъ вліяніемъ этого разложенія. Вслѣдствіе же образованія сѣроводорода мѣдная обшивка судовъ покрывается корой сѣрнистой мѣди.

Въ 1841 году Клеммъ [2]), сообщая результаты анализа воды, взятой у береговъ Англіи (Barmouth въ Сѣверномъ Валисѣ) изъ Сѣвернаго моря, попутно указалъ, что нѣкоторыя пробы содержали большое количество сѣроводорода.

При ближайшемъ изслѣдованіи оказалось, что пробка, закупоривающая сосудъ, была покрыта маленькими крупинками черной смолы („Kleine Stäubchen von dem schwarzen Harz enthielten, womit die Körke verpicht waren, und welches nicht erst beim Oeffnen hineingefallen seyen konnte“). Это наблюденіе показалось ему настолько важнымъ, что онъ высказалъ смѣлую мысль: „Diese Beobachtung könnte zu einem einfachen Verfahren führen, Seewasser zu Bädern in Schwefelwasser umzuwandeln“.

[1]) Daniell, Fr. Du dégagement spontané de l'hydrogène sulfuré dans les eaux de la côte occidentale de l'Afrique et d'autres localités. Ann. de Chimie et de Phys. 3 Sér. T. III. 1841. pag. 331. Эта статья представляетъ переводъ англійской работы, помѣщенной въ Philosophical Magazine. 3 série. 1840. № 121.

[2]) Clemm, G. Analyse des Nordsee-Wassers. Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. XXXVII. Heidelberg. 1841. pag. 111.

Такъ какъ изслѣдованіе воды производилось, какъ я уже говорилъ, обыкновенно черезъ довольно значительный промежутокъ послѣ ея взятія, то Леви [1]) обратилъ особое вниманіе при начатыхъ имъ изслѣдованіяхъ на то, чтобы вода изслѣдовалась сейчасъ же послѣ взятія.

Количество найденнаго имъ въ морской водѣ изъ Langrune у береговъ департамента Calvados (Франція) сѣроводорода равнялось 0,25—0,75 к. сант. на 1 литръ. Происхожденіе этого сѣроводорода Леви приписываетъ водорослямъ, въ изобиліи покрывающимъ береговыя скалы. Чтобы подтвердить это, Леви изслѣдовалъ воду, остающуюся послѣ отлива въ углубленіяхъ среди скалъ, при чемъ анализы свои разбилъ на четыре серіи.

Въ первой серіи изслѣдовалась вода, въ которой не было видно ни растительныхъ, ни животныхъ организмовъ. Газы въ этой водѣ отличались значительнымъ постоянствомъ. Количество сѣроводорода на 1 литръ колебалась въ предѣлахъ 0,26—0,39 к. с..

Во второй серіи изслѣдовалась вода съ зелеными водорослями (Ulva) и въ третьей вода съ бурыми водорослями (Fucus, Hutchinsia, Chondrus, Zonaria, Ceramium). Результаты анализа дали количество сѣроводорода въ слѣдующихъ предѣлахъ: въ водѣ съ зелеными водорослями 0,35—0,44 к. с. и для воды съ бурыми водорослями 1,55—2,13 к. с. Въ четвертой серіи опытовъ—съ водой содержащей молюсковъ (moules), найдено было сѣроводорода 1,40 — 7,43 к. с. При этомъ количество кислорода въ водѣ не зависѣло, какъ во второй и третьей серіи, отъ солнечнаго освѣщенія и отъ сопутствующаго ему разложенія углекислоты, но находилось въ зависимости отъ сѣрнокислаго аммонія (hydrosulfate d'ammoniaque). Преобладаніе сѣроводорода Леви объясняетъ тѣмъ, что животныя вещества дѣйствуютъ на щелочные сульфаты морской воды и переводятъ ихъ въ сульфиды, эти затѣмъ разлагаются углекислотой и освобождаютъ сѣроводородъ, образующій въ свою очередь съ амміакомъ, появляющимся при гніеніи животнаго вещества, сѣрнокислый аммоній. Леви особенно настаиваетъ на томъ, что въ водѣ находится это соединеніе, а не сѣроводородъ.

Въ то время какъ Даніель видѣлъ въ сѣроводородѣ причину частой заболѣваемости путешественниковъ, какъ по берегамъ морей, гдѣ образуется сѣроводородъ, такъ и при путешествіи къ истокамъ Нила, Леви, наоборотъ, указывая на Montfaucon, совершенно отрицаетъ вредныя дѣйствія сѣроводорода на человѣка и говоритъ, что по наблю-

[1]) Lewy, Recherches sur la composition de gaz que l'eau de mer tien en dissolution dans les différentes moments de la journée. Ann. de Chimie et de Phys. 3 Sér. T. 17. 1846. pag. 1.

деніямъ Катрфажа многія морскія животныя (анелиды, офіуры, ракообразныя и др.) легко переносятъ присутствіе сѣроводорода въ водѣ.

Въ болѣе позднихъ изслѣдованіяхъ взглядъ на значеніе органическаго вещества при образованіи сѣроводорода встрѣчаетъ полное признаніе.

Гмелинъ [1]) напр. указываетъ на то, что растворъ глауберовой соли или насыщенный растворъ гипса съ небольшимъ количествомъ сахара, гумми или глицеридзина, оставленный въ закупоренной склянкѣ въ теченіе $^1/_2$—2 лѣтъ, содержитъ въ концѣ концовъ сѣроводородъ. Такимъ образомъ, точка зрѣнія натуралистовъ этого періода на процессъ образованія H_2S вполнѣ опредѣленна. Этого же взгляда придерживаются химики, обрабатывавшіе анализы морской воды. Такъ Форкгаммеръ [1]) указываетъ, что морскіе организмы разлагаются и при этомъ освобождается NH_3; сульфаты подъ вліяніемъ процессовъ гніенія образуютъ сульфиды, которые въ свою очередь разлагаются углекислотой съ образованіемъ сѣроводорода. На той же точкѣ зрѣнія стоятъ Мёррай, Бьюкененъ и др.

Таковы, въ общемъ, тѣ разбросанныя и довольно краткія свѣдѣнія о сѣроводородѣ въ морской водѣ, которыя можно найти въ литературѣ за сравнительно длинный періодъ, предшествующій работамъ русскихъ ученыхъ.

Свѣдѣнія эти, какъ мы видимъ, касаются береговой полосы морей и океановъ и показываютъ, что возлѣ береговъ Европы, Африки и Азіи—въ водѣ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ находится сѣроводородъ, количество котораго не одинаково и, повидимому, большее у береговъ Африки, такъ какъ мѣдная обшивка судовъ, быстрѣе всего здѣсь покрывалась налетомъ сѣрнистой мѣди (Даніель).

Изслѣдованіе глубинъ Чернаго моря было предпринято въ 1890 г. по мысли Андрусова, который внесъ въ Императорское Географическое Общество проектъ о необходимости подобнаго изслѣдованія.

Первый же годъ изслѣдованій на „Черноморцѣ" далъ настолько интересные результаты, что въ слѣдующемъ году была снова снаряжена экспедиція, сначала на „Запорожцѣ", а потомъ на „Донцѣ", съ участіемъ на этотъ разъ химиковъ, которые могли дать точныя свѣдѣнія о количествѣ сѣроводорода на различныхъ глубинахъ.

[1]) Gmelin, L. Handbuch der anorganischen Chemie. I Bd. 5 Aufl. Heidelberg. 1852. pag. 636.

[2]) Forchhammer, On the composition of sea water in the different parts of the Ocean. Phil. Trans. of R. Soc. London. 1865.

Murray and Renard, Deep-Sea Deposits. 1891.

Buchanan, On the Occurence of Sulphur in Marine Muds and Nodules. Proceed. of R. Soc. of Edinburg. XVIII. 1890—91. pag. 17.

Murray and Irvine, On chemical Changes in the Composition of Sea-water-Salts associated with Blue Muds. Transactions of R. Soc. of Edinburgh. Vol. 37. 1892.

Результаты этихъ изслѣдованій были сообщены въ рядѣ статей, а впослѣдствіи не разъ находили подтвержденіе въ новыхъ наблюденіяхъ [1]).

Въ первый годъ работъ въ Черномъ морѣ присутствіе въ морѣ сѣроводорода было обнаружено лишь качественно, существованіе чернаго ила было показано для многихъ мѣстъ Чернаго моря [2])

Изслѣдованія слѣдующаго года дали дополнительныя свѣдѣнія. Оказалось, что въ Черномъ морѣ выше 200 саж. вода постепенно теряетъ гнилой запахъ, на 100 саж. онъ едва замѣтенъ, на 75 саж. его обнаружить нельзя [3]).

На днѣ моря лежитъ черный илъ, быстро сѣрѣющій на воздухѣ или синесѣрый илъ съ бѣлыми тѣльцами или комочками, какъ показалось сначала Андрусову [4]), органическаго вещества совершенно безжизненнаго. Опредѣленіе количества сѣроводорода въ водѣ было произведено А. А. Лебединцевымъ [5]) и оказалось равнымъ minimum 0,0005078 гр. H_2S на литръ морской воды и maximum—0,0099875 гр., что дастъ, перечисляя на объемы сѣроводорода, въ первомъ случаѣ 0,33 куб. сант. и во второмъ 6,55 к. сант. газа въ литрѣ воды при температурѣ 10,5° Ц.

Глубоководный илъ былъ покрытъ бѣлымъ налетомъ аморфной углекислой извести, представляющейся подъ микроскопомъ въ видѣ крошечныхъ, преломляющихъ свѣтъ, шариковъ. Эта форма углекислой извести представляетъ собой ничто иное, какъ осадокъ, образующійся вслѣдствіе дѣйствія углекислоты на CaS, получающійся въ свою очередь отъ возстановленія сѣрнокислой извести.

Общее количество сѣроводорода, найденное въ Черномъ морѣ во время экспедиціи на „Запорожцѣ", можно видѣть изъ слѣдующихъ данныхъ А. А. Лебединцева [6]):

[1]) Zernov, S. A. Grundzüge der Verbreitung der Tierwelt des Schwarzen Meeres bei Sebastopol. Abt. I. Benthos. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. II Bd. 1909. pag. 115.

[2]) Андрусовъ, Н. Н. Предварительный отчетъ объ участіи въ Черноморской глубокомѣрной экспедиціи 1890 г. Изв. И. Русск. Геогр. Общ. Т. 26. 1890. Стр. 398.

[3]) Врангель, Ф. Ф. Черноморская глубокомѣрная экспедиція 1890 г. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. 26. 1890. Стр. 392.

[4]) Андрусовъ, Н. Предварительный отчетъ объ участіи въ Черноморской глубокомѣрной экспедиціи 1890 г. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. 26. 1890. Стр. 398.

[5]) Лебединцевъ, А. А. Предварительный отчетъ о химическихъ изслѣдованіяхъ Чернаго и Азовскаго морей лѣтомъ 1891 г. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. 28. 1892. Стр. 51.

Остроумовъ, А. Предварительный отчетъ объ участіи въ Черноморской глубоководной экспедиціи 1891 г. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. 28. 1892. Стр. 69.

Андрусовъ, Н. Нѣкоторые результаты экспедиціи Черноморца. 1892.

[6]) Лебединцевъ, А. А. Предварительный отчетъ о химическихъ изслѣдованіяхъ Чернаго и Азовскаго морей лѣтомъ 1891 года. Записки Новороссійскаго Общ. Естествоисп. Т. XVI. Вып. II. 1892. Стр. 149.

Глуб. 100 саж. 0,33 к. с. H_2S на 1 л. при 0° и 760 мм. (или 0,0005078 гр.)
„ 200 „ 2,22 „ „
„ 950 „ 5,55 „ „
„ 1185 „ 6,54 „ „ (или 0,0099875 гр. при 10—11° Ц.)

Съ глубины 100—125 саж. начинается повсемѣстное зараженіе воды сѣроводородомъ, количество котораго постепенно возрастаетъ ко дну.

Грунтъ, приносимый лотомъ, при обработкѣ соляной кислотой выдѣлялъ во всѣхъ безъ исключенія образцахъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ сѣроводородъ и углекислоту; въ растворѣ были найдены закисныя соединенія желѣза [1]).

По предположенію Лебединцева зараженіе водъ Чернаго моря сѣроводородомъ происходитъ вслѣдствіе „возстановленія сѣрнокислыхъ солей органическимъ веществомъ до сѣрнистыхъ и разложеніе послѣднихъ водою въ сильно разбавленныхъ растворахъ (да еще въ присутствіи бикарбонатовъ) съ выдѣленіемъ свободнаго сѣроводорода“ [2]).

Въ 1892 году были произведены тѣмъ же лицомъ новыя изслѣдованія Чернаго моря на транспортѣ „Ингулъ“ [3]). Эти изслѣдованія, произведенныя преимущественно въ прибрежной полосѣ, подтвердили зараженіе воды и здѣсь сѣроводородомъ.

На глубинѣ 110 саж. было найдено въ 1 литрѣ воды 0,34 к. с. H_2S, а на глубинѣ 500 саж. 5,7042 к. с. H_2S. Такъ какъ прямыхъ данныхъ о сѣроводородѣ въ Средиземномъ морѣ не было, то затѣмъ были произведены изслѣдованія въ сосѣднемъ Мраморномъ морѣ [4]). Сѣроводородъ въ водѣ его (съ глубинъ 100 — 675 саж.), однако, не былъ найденъ; въ то же время сѣроводородныя бактеріи въ немъ оказались. Сѣроводорода же не только не было въ водѣ, но даже при обработкѣ грунта соляной кислотой его почти не выдѣлялось.

Въ присутствіи сѣроводородныхъ бактерій можно было убѣдиться уже по тому, что нѣкоторые образцы грунта, взятые стерильно и запаянные въ трубки, спустя 1½ мѣсяца мѣстами почернѣли, показывая совершенно такія же картины, какъ въ образцахъ лиманной грязи и черноморскаго глубоководнаго ила:—„не подлежитъ сомнѣнію существо-

[1]) Лебединцевъ, l. c. стр. 159.

[2]) Лебединцевъ, l. c. стр. 169.

[3]) Лебединцевъ, А. А. Отчетъ о научной поѣздкѣ по Черному морю на военномъ транспортѣ „Ингулъ“ въ 1892 году. Записки Новороссійск. Общ. Естествоисп. Т. XVIII. Вып. I. 1893. Стр. 41.

[4]) Лебединцевъ, А. А. Химическія изслѣдованія Мраморнаго моря на турецкомъ пароходѣ „Селаникъ“ въ 1894 г. Записки Новороссійск. Общ. Естествоисп. Т. XX. Вып. II. 1896. Стр. 1.

ваніе въ водѣ и илѣ Мраморнаго моря сѣроводородныхъ бактерій", говоритъ по этому поводу Лебединцевъ [1].

Лебединцевъ [2]) разсматриваетъ образованіе сѣроводорода въ Черномъ морѣ, какъ процессъ возстановленія органическими веществами сѣрнокислыхъ соединеній и разложеніе послѣднихъ въ сильно разбавленныхъ растворахъ водой (въ присутствіи бикарбонатовъ). При этомъ онъ допускаетъ дѣятельность бактерій.

Между взглядами Андрусова и Лебединцева на процессъ образованія сѣроводорода разница въ томъ, что послѣдній какъ бы отрицаетъ образованіе сѣроводорода изъ органическаго вещества.

По Андрусову же, первоначальное происхожденіе сѣроводорода обязано бѣлковымъ веществамъ организмовъ, вымершихъ, когда бассейнъ былъ прѣсноводный, въ настоящее же время органическое вещество возстановляетъ сульфаты, превращая ихъ въ сульфиды

$$RSO_4 + 2C = 2CO_2 + RS$$

интересно, что повышеніе количества сульфидовъ ко дну показано, дѣйствительно, Лебединцевымъ. Дальнѣйшій ходъ процесса возстановленія сульфидовъ заключается въ томъ, что углекислота вступаетъ въ двойное разложеніе съ сульфидами, образуя карбонаты, бикарбонаты и сѣроводородъ

$$RS + H_2O + H_2S = H_2S + RC_2O_5.$$

Такимъ образомъ, сѣроводородъ происходитъ при гніеніи органическаго вещества (бѣлковаго) и при возстановленіи сульфатовъ въ сульфиды, послѣдніе же разлагаются водой съ выдѣленіемъ сѣроводорода и образованіемъ карбонатовъ. При образованіи сѣроводорода въ глубинахъ выпадаетъ мельчайшій осадокъ $CaCO_3$ и образуется FeS, превращающееся по мѣрѣ накопленія осадковъ, въ пиритъ (FeS_2). Этотъ процессъ происходитъ, вѣроятно, и въ другихъ моряхъ, но оживленная циркуляція воды разрушаетъ образующійся въ нихъ сѣроводородъ съ образованіемъ сульфатовъ, т. е. способствуетъ окислительнымъ процессамъ; въ Черномъ же морѣ, при отсутствіи циркуляціи, процессъ завершается накопленіемъ сѣроводорода.

Что же касается роли микроорганизмовъ въ образованіи сѣроводорода въ Черномъ морѣ, то Зелинскій и Брусиловскій [3]) приписываютъ

---

[1]) Лебединцевъ, l. c. стр. 11.

[2]) Лебединцевъ. Предварительный отчетъ о химическихъ изслѣдованіяхъ Чернаго и Азовскаго морей лѣтомъ 1891 г. Записки Новороссійск. Общ. Естествоисп. Т. XVI, в. II. 1892.

[3]) Зелинскій, Н. Д. и Брусиловскій, Е. М. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и одесскихъ лиманахъ. Южно-Русская Медицинская Газета. 1893. № 18—19, а такъ же въ Отчетѣ о дѣятельности Одесскаго Бальнеологическаго Общества. Вып. V съ 1892—1898. Одесса. 1898.

этотъ процессъ дѣятельности найденной ими въ морскомъ илѣ палочкѣ, которая способна выдѣлять сѣроводородъ въ аэробныхъ, но преимущественно въ анаэробныхъ условіяхъ.

Они называютъ этотъ организмъ Bacterium hydrosulfureum Ponticum и говорятъ „Такимъ образомъ въ присутствіи бѣлковыхъ тѣлъ для своей жизнедѣятельности и способности выдѣлять сѣроводородъ микробы Одесскихъ лимановъ и Чернаго моря не нуждаются. Присутствіе незначительныхъ количествъ бѣлковыхъ веществъ, какъ пищи болѣе легко усвояемой, можетъ только нѣсколько улучшить условія для жизнедѣятельности микроорганизмовъ" [1]).

Въ другомъ сообщеніи, посвященномъ вопросу объ образованіи сѣроводорода въ Черномъ морѣ, Зелинскій [2]) даетъ дополнительныя свѣдѣнія о Bacterium hydrosulfureum Ponticum, указывая, что выдѣленіе H_2S происходитъ въ соединеніяхъ не содержащихъ органической сѣры, но въ сѣрныхъ, сѣрнистыхъ и сѣрноватистыхъ соединеніяхъ.

При доступѣ воздуха эта форма образуетъ на агарѣ темнокофейный пигментъ. Углеродистой пищей можетъ имъ, по всѣмъ вѣроятіямъ, служить клѣтчатка и бѣлковыя тѣла умершихъ организмовъ, а для процессовъ дыханія химически связанный (напряженный) кислородъ гипса и вообще сѣрнокислыхъ и сѣрноватистыхъ солей.

Егуновъ [3]), разбирая результаты, полученные черноморскими экспедиціями полагаетъ, что образованіе сѣроводорода въ Черномъ морѣ происходитъ на счетъ сульфатовъ и говоритъ: „Если мы сдѣлаемъ самое невѣроятное предположеніе, что органич. вещ. Чернаго моря представляютъ бѣлокъ съ высокимъ содержаніемъ сѣры (напр., легко и быстро гніющій альбуминъ, содержащій 2% сѣры) и обратимъ всю его сѣру въ H_2S, то получимъ отъ 0,02 до 0,08 сс. H_2S въ литрѣ воды; если высчитать, какое количество альбумина должно получать Ч. м. для поддержанія современнаго количества H_2S въ его водахъ, то получились бы невѣроятно большія цифры" [4]). Изъ дальнѣйшихъ данныхъ, приводимыхъ Лебединцевымъ и переработанныхъ Егуновымъ, можно извлечь, что мѣстами количество SO_3 уменьшается съ глубиной, такъ напр. на глубинѣ 900 м. найдено SO_3 на 1 литръ—1,4396 гр., а на глубинѣ 540 м. было SO_3—1,4446, т. е. уменьшилось на 0,005 гр., въ то же время „количество сѣроводорода возросло на 0,0027 гр.; простой подсчетъ

[1]) Зелинскій и Брусиловскій, стр. 17.

[2]) Зелинскій, Н. Д. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и одесскихъ лиманахъ. Журналъ Русскаго Физико-Химическаго Общества. Т. XXV. 1893. Стр. 298.

[3]) Егуновъ, М. А. Біо-анизотропные бассейны. Ежегодникъ по геологіи и минералогіи Россіи. Т. IV. 1900—1901. Стр. 41.

[4]) Егуновъ, l. c. стр. 54.

показываетъ, что 0,005 гр. SO_3 дастъ 0,0021 гр. H_2S; отсюда очевидно происхожденіе H_2S изъ сульфатовъ; небольшую разницу въ 0,0006 гр. вслѣдствіе крайней малочисленности данныхъ было бы осторожнѣе объяснить ошибкою анализа [1])".

Обнаруженіе сѣроводорода въ Черномъ морѣ повело къ тому, что въ другихъ бассейнахъ были сдѣланы опредѣленія его количества или же отмѣчено вѣроятное его присутствіе, пользуясь для этого косвеннымъ признакомъ—нахожденіемъ чернаго ила, пахнущаго обыкновенно довольно явственно сѣроводородомъ и сѣрѣющаго на воздухѣ.

Въ Каспійскомъ морѣ [2]) сѣроводородъ былъ найденъ въ сравнительно тонкомъ придонномъ слоѣ, количество его въ куб. сант. при 0° и 760 мм. на литръ на глубинѣ 600 м. можно было только уловить въ видѣ слѣдовъ, а на глубинѣ 700 метровъ оно равнялось 0,33 к. с.

Въ глубокихъ слояхъ воды со дна пробы содержатъ лишь трупы животныхъ и мертвые растительные остатки. Это, говоритъ Книповичъ, царство бактерій, которыя только здѣсь и встрѣчаются живущими, онѣ встрѣчаются и тамъ, гдѣ другихъ организмовъ обнаружено не было [3]).

Выдѣленіе сѣроводорода въ глубокихъ частяхъ Аральскаго моря было обнаружено Бергомъ въ 1900 г. [4]) (Глубина 58 м., температура 1,0°, а на поверхности 26,7°). Въ 1902 году этотъ фактъ былъ изслѣдованъ подробнѣе: былъ добытъ (подъ 45° 2½ 'N, 58° 22′ E.) съ глубины 60 м. черный илъ съ явственнымъ запахомъ сѣроводорода. Илъ этотъ, отстоявшись, покрылся довольно толстымъ слоемъ слизи, по предположенію Берга, состоящей изъ бактерій. Температура воды на поверхности была равна +26,2° а на днѣ +4,1°. Выдѣленіе сѣроводорода наблюдалось, кромѣ того, въ закрытыхъ заливахъ на глубинѣ въ 3,3 м. (Акбике) при температурѣ 19,4°, на глубинѣ 10¾ м. (Аще-басъ).

Объ образованіи сѣроводорода въ Балтійскомъ морѣ можно косвенно судить по нахожденію въ илѣ и водѣ сѣрныхъ и сѣроводородныхъ бактерій [5]).

---

[1]) Егуновъ, l. с. стр. 55. Меньшее количество H_2S по сравненію съ тѣмъ, которое должно бы быть при превращеніи всей сѣры сульфатовъ въ H_2S, было подмѣчено Бейеринкомъ и Ванъ Дельденомъ въ культурахъ и, по ихъ мнѣнію, объясняется тѣмъ, что часть сѣры идетъ на постройку плазмы организмовъ.

[2]) Труды Каспійской экспедиціи 1904 года. Т. I. СПБ. 1907.

[3]) Труды Каспійской экспедиціи. l. с. стр. 70.

[4]) Бергъ, Л. Аральское море. Научные результаты Аральской экспедиціи. Вып. 9. Извѣстія Туркест. Отд. Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. V. СПБ. 1908. Стр. 409 и 410.

Богомолецъ, М. Къ вопросу о бактеріальной флорѣ Аральскаго моря. Научные результаты Аральской экспедиціи. Вып. 4. 1903. Стр. 33.

[5]) Engler, A. Ueber die Pilzvegetation des weissen und toten Grundes in der Kieler Bucht. 4 Bericht der Komm. zur wiss. Untersuchung D. Meere in Kiel. 1878—1881. Berlin. 1884.

Исаченко, Б. Л. Объ отложеніи сѣристаго желѣза въ бактеріяхъ. Извѣстія И. СПБ. Ботан. Сада. 1912.

Образованіе сѣроводорода въ озерахъ, рѣкахъ и каналахъ явленіе довольно обыденное и вездѣ оно, такъ или иначе, связано съ присутствіемъ на днѣ разнообразнаго разлагающагося органическаго вещества. Таковы, напр., условія, въ которыхъ наблюдается образованіе сѣроводорода у насъ въ лиманахъ южной Россіи, въ озерѣ Могильномъ на о. Кильдинѣ, въ озерахъ Прибалтійскаго края и Витебской губ., въ озерахъ Шотландіи; въ Эльбѣ [1]), гдѣ образованію сѣроводорода и сѣрнистаго желѣза помогаютъ отбросы сахарныхъ фабрикъ; въ каналахъ Амстердама и Дельфта [2]); у береговъ и въ портахъ Бельгіи, въ фіордахъ Норвегіи (Mofjord близъ Бергена и въ Sandefjord [3]); въ Неаполитанскомъ заливѣ и т. д. [4]). Такимъ образомъ мы видимъ, что въ береговой полосѣ въ тихихъ бухтахъ и заливахъ, на днѣ большихъ бассейновъ, можно разсчитывать найти нѣкоторое количество сѣроводорода, но нигдѣ оно не констатировано пока въ такомъ громадномъ количествѣ, какъ въ Черномъ морѣ.

Тамъ, гдѣ въ морѣ указано присутствіе сѣроводорода, можно, повидимому, всегда обнаружить также присутствіе чернаго ила. Разрозненныя свѣдѣнія, полученныя во время изслѣдованій морей, даютъ полное основаніе думать, что его можно найти на днѣ почти въ каждомъ бассейнѣ иногда на большемъ или меньшемъ протяженіи, иногда только мѣстами въ воронкообразныхъ углубленіяхъ. Этотъ черный илъ характеризуется внѣшнимъ образомъ тѣмъ, что на воздухѣ онъ очень быстро, начиная съ поверхности, принимаетъ сѣрую окраску, что явно стоитъ въ связи съ окислительными процессами. Не рѣдко, но не всегда, такой илъ сильно пахнетъ сѣроводородомъ. Послѣ обработки соляной кислотой выдѣленіе сѣроводорода замѣтно уже ясно. Въ нѣкоторыхъ моряхъ, можно думать, грунтъ состоитъ даже преимущественно изъ чернаго ила. Присутствіе этого ила въ Черномъ морѣ извѣстно давно и существуетъ интересное мнѣніе, что само названіе

[1]) Volk, K. Mitteilungen über die biologische Elbe-Untersuchung des naturhistorischen Museums in Hamburg. Verhandl. des naturw. Vereins in Hamburg. III Folge Bd. XV. 1907.

[2]) Наибольшее количество его здѣсь было опредѣлено въ 18 мгр. H_2S на 1 литръ. (ср. Verslag betrefende het onderzoek van de oorzaken van den vervuilden taestand der Kanalen tusschen de Maas en Scheveningen en de middelen tot verbetering. 1898. Juni).

[3]) Труды Балтійской экспедиціи. Т. I. СПБ. 1900. Стр. 62.

[4]) Schmidt, C. Die Schwefelwasser zu Smorden und Berkowtschina. Sitzunsb. der Nat. Ges. bei der Univ. Dorpat. Bd. 9. 1891. pag. 11.

Henseval et Huwart, Etude sur le noircissement de la vase dans la mer du Nord. Travaux de la station de recherches relatives à la pêche maritime à Ostende. fasc. I. 1903.

Bathymetrical Survey of the Scotisch Fresch-water Lochs, conducted under the directeur of Sir J. Murray. Edinburgh. 1910.

Reinhardt-Natvig, Norwegische Balneographie. Zeitschr. f. Balneologie. Jahr. 4. 1911. pag. 283.

моря „чернымъ“ зависитъ не столько отъ его бурь, дѣлающихъ его „негостепріимымъ“, мрачнымъ, сколько отъ чернаго ила, покрывающаго его дно „son limon est, dit-on, une fange assez noirâtre“. Такое указаніе мы находимъ, напримѣръ, въ словарѣ Вальмонъ-Бомара [1]) 1791 года и хотя авторъ статьи о Черномъ морѣ полагаетъ, что не дну, а лѣсамъ, покрывающимъ берега Чернаго моря оно обязано цвѣту своей воды: „Peut-être cette couleur n'est elle due qu'a l'ombre réfléchie des bois qui couvrent les côtes de cette mer“, говоритъ онъ, но, если изъ двухъ мнѣній дѣлать выборъ, то трудно допустить возможность вліянія лѣсовъ на цвѣтъ воды Чернаго моря и, скорѣе, можно думать, что черный илъ съ бо́льшимъ правомъ имѣетъ вліяніе на названіе моря „чернымъ“. Отъ этого-ли чернаго ила зависитъ названіе Чернаго моря или отъ другой причины, но интересно то, что лежащій на днѣ Чернаго моря илъ былъ извѣстенъ, повидимому, давно, если упоминаніе о немъ появилось въ словарѣ 1791 года.

Экспедиція „Челленджеръ“ добыла въ свою очередь много данныхъ о такъ наз. голубомъ илѣ („blue mud“), который характеризуется присутствіемъ сѣроводорода и сѣрнистаго желѣза и который намъ извѣстенъ подъ общимъ названіемъ „чернаго ила“. Можно думать, что этотъ илъ окружаетъ континентъ сплошнымъ кольцомъ [2]).

Дѣйствительно черный илъ легко обнаружить въ устьяхъ рѣкъ, въ портахъ, вдоль береговъ, гдѣ онъ простирается въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до значительной глубины „inconnue d'ailleurs“, какъ это, напр. наблюдается у береговъ Голландіи [3]). Черный илъ находится въ гаваняхъ Сѣвернаго (Нѣмецкаго) моря [4]), по берегамъ Даніи. Мурманская научно промысловая экспедиція констатировала его [5]) присутствіе

[1]) Valmont-Bomare, Dictionnaire raisonné universal d'histoire noturelle. T. 8. Lyon. MDCCXCI. pag. 408.

[2]) Thomson, W. and Murray, J. Deep-Sea Deposits. London. 1891. pag. 233.

Murray, J, and Irvine, R. On the chemical changes which take place in het composition of the Sea-Water associated with Blue Muds on the Floor of the Ocean. Transactions of the R. Society of Edinburgh. Vol. 37. 1903.

Murray, J. On the Deposits of the Black Sea. The Scottisch geographical Magazine. XVI. 1900.

[3]) Beijerinck, M. Phénomènes de réduction produits par les microbes. Archives Néerlandaises des sc. exactes et naturelles. Sér. II. T. IX. 1904. pag. 141.

Van Delden, A. Beitrag zur Kenntnis der Sulfatreduktion durch Bakterien. Centr. f. Bakt. II. Abt. Bd. XI. 1904. pag. 82.

[4]) Hensewal et Huwart. Etude sur le noircissement de la vase dans la mer du Nord. Travaux de la station de recherches relatives à la pêche maritime à Ostende fasc. . 1903.

[5]) Warming, Eug. Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bakterier. Aftryk af «Videnskabel. Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn», 1875. Kjöbenhavn. 1876.

Migula, W. Die Pflanzenwelt der Gewässer. Leipzig. 1903.

въ различныхъ мѣстахъ Сѣвернаго Ледовитаго океана какъ у береговъ Новой Земли, такъ и у береговъ Мурмана и здѣсь илъ, какъ я убѣдился, содержитъ соли желѣза, а при дѣйствіи соляной кислоты выдѣляетъ сѣроводородъ. Черный (вонючій) илъ найденъ въ Ледовитомъ океанѣ въ разное время въ слѣдующихъ мѣстахъ [1]):

Станція.	Время.	Положеніе.	Глубина.	Температура.
85	30. VII. 99 (11. VIII.)	77° 23′ 30″ N 52° 41′ E	20 м.	
597	7. VIII. 01 (20. VIII)	70° 36′ N 53° 0,5′ E	176 »	—1.77° (на 171 м.)
1302	25. VI. 06	71° 30′ N 50° 00′ E	134 »	
1305	26. VI. 06	71° 23′ N 52° 35′ E	20 »	
1316	29. VI. 06	70° 00′ N 51° 30′ E.	104 »	
—	1. IX.	Екатерининская гавань.	—	—

Слѣдовательно, и здѣсь, на сѣверѣ европейскаго континента, мы можемъ разсчитывать найти повсемѣстное отложеніе чернаго ила вокругъ всего материка.

Несомнѣнно, что черный илъ находится также и у южныхъ береговъ Европы, такъ какъ и здѣсь происходитъ образованіе сѣроводорода вблизи берега въ заливахъ и бухтахъ. Объ этомъ можно заключить, даже не имѣя прямыхъ указаній, по нахожденію въ Неаполитанскомъ заливѣ сѣрныхъ и сѣроводородныхъ бактерій [2]), а въ Rovigno [3]), въ Адріатическомъ морѣ, образованіе H_2S навѣрно происходитъ, такъ какъ морское дно покрыто толстымъ бѣлымъ налетомъ, состоящимъ изъ нитей различныхъ организмовъ (Phragmidiothrix, Crenonothrix, Sphaerotilus, Beggiatoa, Fusarium), среди которыхъ находятся также сѣрныя бактеріи.

[1]) Брейтфусъ Л. Л. Списокъ станцій экспедиціи для научно-промысловыхъ изслѣдованій Мурмана въ Баренцовомъ и Карскомъ моряхъ и обзоръ произведенныхъ на нихъ работъ въ 1906 году.

Списокъ станцій и работъ Мурманской научно-промысловой экспедиціи съ парохода «Андрей Первозванный» въ Баренцовомъ и Бѣломъ моряхъ въ 1899—1904 г. СПБ. 1906.

[2]) Rank, A. Beiträge zur Kenntniss der sulfatreducierenden Bakterien. Jn. Diss. Zürich. 1907. pag. 42. Указаніе на форму, выдѣленную изъ морскаго песка, вблизи Неаполя, возстановляющую сульфаты и тождественную съ Microspira aestuarii.

[3]) Steuer, A. Veränderungen der nordadriatischen Flora und Fauna, während der letzten Dezenien. Intern. Revue d. Ges. Hydrobiol. und Hydrogr. 1910—11. Bd. III pag. 6.

Въ Аральскомъ морѣ черный илъ прикрытъ сверху пескомъ, за которымъ слѣдуетъ илъ сѣрый, сверху коричневый.

Этотъ сѣрый илъ распространенъ на глубинахъ отъ 10 до 30—33 м. При храненіи окраска его измѣняется въ свѣтло-коричневую и сѣро-коричневую, а на стѣнкахъ сосуда образуется гидратъ окиси желѣза.

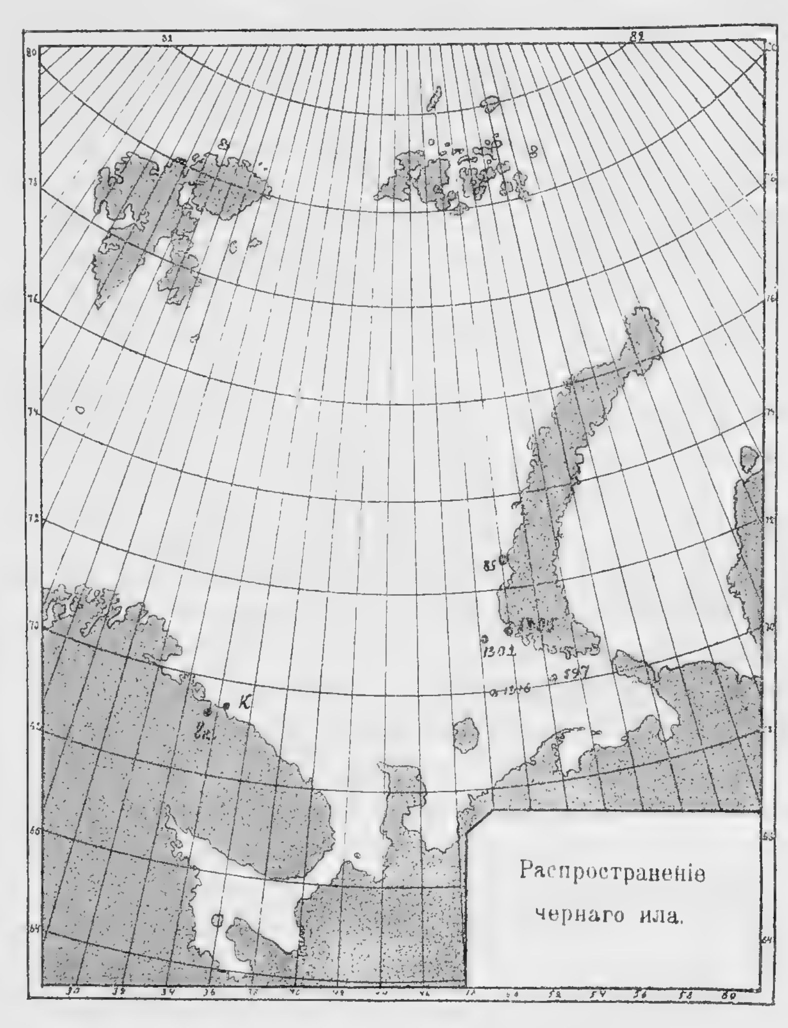


Рис. 33.

Черный илъ залегаетъ въ западной части моря, на глубинахъ свыше 30 м. Консистенція его жидкая, слизистая съ б. или м. сильнымъ запахомъ сѣроводорода. Живыхъ организмовъ въ немъ не находится, нѣтъ такъ же остатковъ моллюсковъ. Рѣдко попадаются живыя Dreissena и остатки наземныхъ растеній. Встрѣчается черный илъ и на восточномъ берегу, но здѣсь онъ сильно песчанистъ [1]).

Каспійская экспедиція обнаружила черный илъ въ Каспійскомъ морѣ на нѣсколькихъ станціяхъ.

[1]) Бергъ, Л. Аральское море. Стр. 405—408. Изв. Турк. Отдѣла Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. V. 1908.

Въ Балтійскомъ морѣ онъ обнаруженъ въ глубоко вдающихся въ материкъ бухтахъ, гдѣ мѣстами онъ достигаетъ значительной толщины [1]). Какъ и вездѣ, такъ и здѣсь этотъ черный илъ содержитъ остатки органическаго вещества (водорослей и животныхъ), сѣрнистое желѣзо, пахнетъ сѣроводородомъ и обнаруживаетъ щелочную реакцію [2]). Н. М. Книповичъ сообщилъ мнѣ въ письмѣ, что онъ наблюдалъ черный илъ, пахнущій сѣроводородомъ, вблизи Толбухина маяка. Несомнѣнно, что изслѣдованія обнаружатъ его и въ другихъ мѣстахъ, въ особенности въ устьяхъ Невы.

Характерной особенностью чернаго ила является свойственный ему запахъ сѣроводорода, сразу ясно замѣтный или же обнаруживаемый при дѣйствіи на черный илъ соляной кислотой, когда на ряду съ сильнымъ вскипаніемъ происходитъ выдѣленіе сѣроводорода.

Происхожденіе чернаго цвѣта ила [3]), какъ теперь извѣстно, зависитъ отъ сѣрнистаго желѣза, пропитывающаго его составныя части. Впервые присутствіе сѣрнистаго желѣза и окраска имъ осадковъ были указаны Браконно.

Въ 1832 году, когда въ Нанси опасались появленія холеры („le cholera morbus“), обратили особое вниманіе на невозможное состояніе сточныхъ трубъ, представляющихъ явную опасность для здоровья жителей города; въ виду этого Браконно [4]) получилъ порученіе изслѣдовать съ гигіенической точки зрѣнія тѣ осадки, которые отложились на днѣ трубъ. Осадки имѣли черный цвѣтъ, обладали болотистымъ запахомъ (marécageuse) и на первый взглядъ можно было думать, что они состоятъ изъ органическаго вещества въ различныхъ стадіяхъ разложенія. Но изслѣдованіе этого осадка, особенно въ связи съ превращеніемъ его на воздухѣ почти въ обыкновенный песокъ, заставило измѣнить составленное о немъ мнѣніе.

Дальнѣйшій анализъ показалъ присутствіе въ осадкѣ сѣроводорода и сѣрнистаго желѣза, что вполнѣ объясняло причину его окраски. Сѣрнистымъ желѣзомъ были пропитаны известковые камешки и песокъ. Несмотря на поиски, не удалось найти пиритъ, но зато попались прекрасные золотистые кристаллы трехсѣрнистаго желѣза.

[1]) Doss, Bruno. Ueber den Limanschlamm des südlichen Russlands sowie analoge Bildungen in den Ostseeprovinzen und die eventuelle technisch-balneologische Ausnutzung des Kangerseeschlammes. Korrespondenzblatt des Naturforscher Vereins zu Riga. Bd. XLIII 1900. pag 213.

[2]) Doss, l. c. pag. 223.

[3]) Объ образованіи чернаго ила (лечебнаго) я буду еще имѣть случай подробно говорить въ работѣ, спеціально посвященной этому вопросу и приготовляемой уже къ печати.

[4]) Braconnot, Hanri. Examen de la Boue noire provenant des égouts. Annales de chimie et de physique. T. 50. Paris. 1832. pag. 213.

Черная грязь отхожихъ мѣстъ, выгребныхъ ямъ, канавъ, прудовъ и лужъ обязана своимъ болѣе или менѣе темнымъ цвѣтомъ сѣрнистому желѣзу, ему же обязанъ своимъ черным цвѣтомъ вонючій песокъ подъ мостовой [1]). Заслуживаетъ упоминанія, что Браконно въ черномъ илѣ сточныхъ трубъ Нанси не нашелъ аммiака. Что сѣрнистому желѣзу принадлежитъ въ процессѣ образованія чернаго ила главная роль, въ этомъ, послѣ сообщенія Браконно, сходятся мнѣнія всѣхъ ученыхъ.

Андрусовъ [2]) наблюдалъ въ Черномъ морѣ сѣрнистое желѣзо въ видѣ мелкихъ шариковъ, какъ изолированныхъ, такъ и заключающихся внутри діатомовыхъ [3]).

Вообще односѣрнистое желѣзо, говоритъ онъ, представляетъ повсемѣстное явленіе на всѣхъ глубинахъ болѣе ста саженей. Вблизи Батума на 200 саженяхъ былъ полученъ совершенно черный жидкій илъ, сохранявшій свой черный цвѣтъ еще долго въ склянкахъ. Присутствіе его внутри діатомовыхъ въ видѣ комковъ чернаго односѣрнистаго желѣза показываетъ, что здѣсь его образованіе in situ.

Помимо этого мы имѣемъ въ настоящее время теорію, которая хоть и съ нѣкоторыми пробѣлами, но объясняетъ въ общихъ чертахъ генезисъ лечебной грязи и близкаго ей чернаго ила. По этой теоріи, разработанной проф. Вериго, почернѣніе сѣрой грязи объясняется переходомъ водной окиси желѣза въ сѣрнистое желѣзо, съ предшествующимъ образованіемъ сѣроводорода [4]).

На основаніи нѣкоторыхъ наблюденій можно думать, что образованіе чернаго ила происходитъ только въ щелочной средѣ. Изслѣдуя, напр., черноморскій илъ, Лебединцевъ нашелъ въ немъ довольно значительное количество солей желѣза, могущихъ обратиться въ сѣрнистое желѣзо и придать грунту черную окраску. Въ дѣйствительности же нѣкоторые образцы черноморскаго грунта оказались сѣровато-зеленаго или синевато-сѣраго цвѣта, несмотря на то, что нельзя было предположить въ мѣстахъ, откуда взяты были со дна моря пробы, отсутствіе сѣроводорода. Слѣдовательно, какія то условія, несмотря на наличность со-

[1]) Braconnot, l. c. pag. 214.

[2]) Андрусовъ, Н. И. Къ вопросу о происхожденіи сѣроводорода въ водахъ Чернаго моря. Извѣстія И. Русск. Геогр. Общества. Т. XXVIII.

Остроумовъ, Предварительный отчетъ. Записки Новороссійскаго Общества Естествоисп. Т. XVI. Вып. II.

[3]) Нахожденіе комковъ сѣрнистаго желѣза и пирита внутри діатомовыхъ водорослей указано также и другими изслѣдователями. (Expedition der «Pommerania» zur Erforschung der Ostsee. 1871. pag. 58 и Früh, J. und Schröter, C. Die Moore der Schweiz. Bern. 1904. pag. 236).

[4]) Werigo, A. Influence des microorganismes sur la transformation de la boue des limans. Congrès internat. d'hydrob. et de climatologie. Biarritz. 1886. pag. 65.

Вериго, А. А. Характеръ химическихъ реакцій, вызывающихъ образованіе лиманной грязи. Отчеты о дѣятельности Одесскаго Бальнеологическаго Общества. Вып. IV. (1887—1892). 1892.

лей желѣза и сѣроводорода, помѣшали образованію сѣрнистаго желѣза. Зильбербергъ и Вейнбергъ [1]), которые обратили вниманіе на это, указываютъ что причиной этого могло быть отсутствіе щелочной среды. Тамъ же, гдѣ среда была, по ихъ предположенію, щелочная, тамъ, какъ напр., у береговъ Малой Азіи, былъ найденъ Андрусовымъ и Лебединцевымъ въ 1891 году или сѣрый илъ съ черными прослойками или даже совершенно черный илъ.

Я не имѣю данныхъ, чтобы выяснить почему тамъ, гдѣ были сѣроводородъ и соли желѣза, не произошло все же почернѣнія ила, но мнѣ кажется, что надо обратить вниманіе на то, что тамъ, гдѣ идетъ образованіе и отложеніе сѣрнистаго желѣза и гдѣ образованіе сѣроводорода медленно продолжается, а къ сѣрнистому желѣзу имѣетъ доступъ кислородъ, растворенный въ водѣ, тамъ наблюдается также превращеніе этого сѣрнистаго желѣза въ пиритъ [2]).

$$FeS + H_2S + O = FeS_2 + H_2O$$

и

$$2H_2S + CO_3Fe + O = FeS_2 + 2H_2O + CO_2$$

Этотъ процессъ происходитъ, если одновременно къ разлагающимся бѣлкамъ имѣютъ притокъ углекислое желѣзо и кислородъ. Что въ Черномъ морѣ образованіе пирита происходитъ, видно изъ того, что въ болѣе глубокихъ слояхъ ила находятъ мелкія конкреціи сѣрнаго колчедана [3]).

Мы видѣли уже, что сначала образованіе сѣроводорода въ морской водѣ приписывалось исключительно воздѣйствію разлагающагося органическаго вещества на сѣрнокислыя соединенія. Участію живыхъ организмовъ въ этомъ процессѣ не придавалось значенія и сама мысль, если не считать мнѣнія Шапталя объ участіи микроорганизмовъ въ процессахъ броженія, при которыхъ косвенно можетъ образоваться также сѣроводородъ, была совершенно чужда первымъ изслѣдователямъ морей.

Обратили вниманіе на роль микроорганизмовъ также и въ процессахъ образованія сѣроводорода много позднѣе, а выяснили участіе ихъ въ различныхъ стадіяхъ этого процесса—сравнительно совсѣмъ недавно.

Лотаръ Мейеръ [4]) нашелъ въ термахъ Ландека большія количества

[1]) Зильбербергъ, Л. А. и Вейнбергъ, М. С. Къ вопросу о бактеріяхъ рапы и грязи Куяльницкаго лимана. Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XXII. 1898. Стр. 28.

[2]) Gautier, A. Formation des phosphates naturels d'alumine et de fer. Compt, rend. de l'Acad. des sc. T. 116. 1893. pag. 1494.

[3]) Андрусовъ, Н. Н. Обзоръ новыхъ работъ по океанографіи, имѣющихъ значеніе для геологіи. Вѣстникъ Естествознанія. 1893. Стр. 138.

[4]) Meyer, Lothar. Chemische Untersuchung der Thermen zu Landeck in der Grafschaft Glatz. Journ. für prakt. Chemie. Bd. 91. 1864. pag. 1.

сѣроводорода. Чтобы рѣшить вопросъ о происхожденіи этого сѣроводорода, Мейеръ взялъ 4 бутыли, наполнилъ ихъ изъ источниковъ (Georgenquelle и Marienquelle) чистой водой и въ двѣ бутыли прибавилъ по горсти встрѣтившихся въ водѣ водорослей. Бутылки онъ герметически закрылъ стеклянными пробками, обвязалъ пергаментной бумагой и поставилъ въ темное мѣсто. Черезъ 4 мѣсяца оказалось, что вода безъ водорослей не содержала сѣроводорода, а вода съ водорослями потребовала для опредѣленія сѣроводорода въ четыре раза больше іода, чѣмъ взятая только что свѣжая вода.

„Es kann demnach keinen Zweifel unterliegen, dass diese Algen die im Wasser enthaltenen schwefelsauren Salze zu reduciren vermögen zu Schwefelwasserstoff (resp. Schwefelnatrium); und es ist demnach sehr wahrscheinlih, dass überhaupt der Schwefelwasserstoffgehalt der Quellen durch jene Algen erzeugt wird“ [1]).

Конъ [2]) былъ убѣжденъ, что сѣрныя бактеріи (Beggiatoa и пурпурныя) разрушаютъ сѣрныя соединенія (сѣрнокислый калій), образуя при этомъ сѣроводородъ, что видно изъ того, что въ закрытой бутылкѣ съ ландекской водой (Landeck въ Schlesien), когда въ ней находились Beggiatoa, былъ замѣтенъ сильный запахъ сѣроводорода. Этотъ запахъ исчезалъ, какъ только водой былъ наполненъ открытый сосудъ и снова очень скоро появлялся лишь только вода опять была перелита въ закупоренную бутылку [3]). Песокъ въ морскомъ акваріумѣ, въ которомъ начались процессы разложенія животныхъ и растительныхъ остатковъ съ образованіемъ сѣроводорода, почернѣлъ. Это ихъ свойство разлагать вещество заставило Кона смотрѣть на нихъ, какъ на гнилостныхъ организмовъ (Fäulnissorganismen) [4]). Въ процессѣ превращенія сульфатовъ въ сульфиды, живые организмы играютъ главную роль. „Ich habe es für nicht unwahrscheinlich erklärt, dass *aller freier Schwefelwasserstoff in Mineral-, namentlich Thermalquellen* von der zersetzung solcher Sulphate oder Sulphide durch Oscillarien herrührt. Auch im Meerwasser entwickeln die Beggiatoen ohne Zweifel Schwefelwasserstoff, wie nicht nur der geruch zeigt; auch in der ganzen Umgegend, wo sie vegetiren, wird der Sand geschwärzt“ [5]).

---

[1]) Meyer, l. c. pag. 6.

[2]) Cohn, F. Hygrocrocis nivea Kg. Beggiatoa leptomitiformis? Kg. Lepthothrix aeruginea Kg. Hedwigia. 1863. № 12. pag. 80.

Cohn, F. Zwei neue Beggiatoen. Hedwigia. 1865. pag. 81.

Cohn, F. Untersuchungen über Bakterien. II. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. 1. H. 3. 1875. pag. 141.

[3]) Cohn, Untersuchungen. pag. 173.

[4]) Cohn, l. c. pag. 156.

[5]) Cohn, Zwei neue Beggiatoen l. c. pag. 83. Курсивъ автора.

Въ 1868 г. появилось въ трудахъ Парижской Академіи сообщеніе Бешанъ [1]), автора извѣстнаго ученія о „microzymas“, въ которомъ онъ, высказываясь противъ взгляда Рейзе (Reiset), объяснявшаго появленіе „gas nitreux“ при броженіи свекловичнаго сока окисленіемъ NH_3, становится на точку зрѣнія Шлезинга, считавшаго образованіе его возстановительнымъ процессомъ и далѣе совершенно опредѣленно говоритъ, что процессы возстановленія надо отнести на счетъ дѣятельности живыхъ организмовъ „pour moi, la réduction des nitrates et des sulfates, dans ces conditions' est une fonction des organismes ou de l'organisme particulier qui est l'agent de la fermentation ou de la putréfaction, et non pas des produits organiques engendrés et sécrétés par eux“ [2]).

Такимъ образомъ, онъ совершенно опредѣленно высказывается о роли организмовъ, отрицая участіе энзимовъ. Далѣе онъ говоритъ, что тѣ, кто считаетъ образованіе H_2S за слѣдствіе дѣйствія органическаго вещества, тѣ ошибаются, такъ какъ прямыми опытами можно убѣдиться, что въ образованіи H_2S принимаютъ непосредственное участіе микроорганизмы и напоминаетъ, что еще ранѣе онъ говорилъ: „Lorsqu'une eau devient sulfhydrique, ce n'est pas tant par le fait du contact d'une matière organique que par le fait de quelque organisme plus ou moins voisin des microzymas“ [3]). Опыты Бешана поставлены такъ, что не оставляютъ никакого сомнѣнія въ томъ, что онъ совершенно правильно учелъ условія, необходимыя для возстановленія сульфатовъ (анаэробіозъ), при чемъ совершенно правильно указываетъ, что въ закупоренномъ сосудѣ, но въ присутствіи воздуха, эта возстановительная дѣятельность можетъ начаться лишь по прошествіи долгого періода, т. е. когда кислородъ будетъ поглощенъ аэробными организмами и они вынуждены будутъ брать его отъ сульфатовъ.

Итакъ, болѣе или менѣе опредѣленно, мысль объ участіи въ процессѣ образованія сѣроводорода микроорганизмовъ, образующихъ сѣроводородъ изъ окружающаго ихъ вещества вслѣдствіе недостатка воздуха, высказана была впервые, сколько я могу полагать, Бешанъ. Вообще же дѣйствіе организмовъ на органическое вещество было указано еще въ 1788 г. Шанталемъ, который говоритъ, что при доступѣ воздуха подъ вліяніемъ плѣсени „byssus“ образуется уксусная кислота, при отсутствіи его сѣрная кислота (acide sulfurique).

[1]) Bechamp, A. De la réduction des nitrates et des sulfates dans certaines fermentations. Compt. rend. de l'Acad. des sc. T. 66. 1868. pag. 547.

[2]) Bechamp. l. c. p. 548.

[3]) Béchamp, A. Analyse des eaux de Vergèze (source des Bouillants et sourse Granier): Microzyma et autres organismes contenus dans ces eaux. Comptes rendus de l'Ac. des sc. T. 63. 1866. pag. 563.

Еще болѣе опредѣленно, чѣмъ у Бешана, она проводится у Плошю [1]) въ работѣ представленной Академіи Пастеромъ. Плошю нашелъ въ водѣ сѣрнистаго источника, вблизи Forcalquier, плавающія нити водоросли, которая покрывала также камни и развивалась въ „magnifiques conferves". Нити ея были прозрачныя, цилиндрическія, наполненныя слегка овальными тѣльцами,—въ этомъ короткомъ описаніи можно безъ труда узнать сѣрныхъ бактерій (вѣроятно Beggiatoa). Такъ какъ въ сосудѣ, въ которомъ онѣ развивались въ лабораторіи, появился ясный запахъ сѣроводорода, то Плошю сразу пришло въ голову, что „ces conferves" являются причиной, а не слѣдствіемъ образованія сѣрнистой воды,—происходящее при этомъ броженіе представляетъ результатъ жизненной функціи, говоритъ онъ.

Чтобы убѣдиться въ томъ, что возстановленіе сульфатовъ есть „acte vital", производимый не матеріей органической, но организованной, подобно тому, какъ сахаръ превращается въ алкоголь подъ вліяніемъ пивныхъ дрожжей, имъ были взяты 4 сосуда съ прокипяченой средой (вода съ сѣрнокислой известью) и органическимъ веществомъ, въ 12 другихъ было прибавлено одинаковое количество „sulfuraires" (conferves) и 4 изъ нихъ прокипячено. Черезъ недѣлю вода въ 8 непрокипяченыхъ сосудахъ обнаружила сильный запахъ сѣроводорода. Сосуды были опорожнены, водоросли (conferves) вымыты и сосуды снова наполнены водой, запахъ появился въ закупореныхъ сосудахъ черезъ 8 дней. Сосуды снова опорожнены и, такимъ образомъ, въ теченіе 1½ мѣсяца съ ними было поступлено нѣсколько разъ и всякій разъ картина получалась та же самая.

Въ сосудахъ съ прокипяченымъ органическимъ веществомъ не было сѣроводорода въ теченіе мѣсяца, достаточно было прибавить нѣкоторое количество органическаго вещества, чтобы образованіе сѣроводорода началось и здѣсь. Тотъ организмъ, который вызываетъ образованіе сѣроводорода, быстрѣе развивается въ прокипяченой водѣ, какъ средѣ изъ которой удаленъ воздухъ; онъ образуетъ осадокъ на днѣ сосуда и принадлежитъ „къ категоріи тѣхъ организмовъ, которые названы Пастеромъ—анаэробы". Такимъ образомъ, въ водѣ, содержащей сульфаты, образованіе сѣроводорода представляетъ собой броженіе, вызываемое организмами въ отсутствіи свободнаго кислорода, слѣдствіемъ броженія является образованіе сѣры: „La sulfuration des eaux sulfatées serait ainsi le résultat d'une fermentation provoquée par des êtres speciaux vivant aux dépens de l'oxygéne combiné, lorsqu'ils n'en trouvent plus de libre: d'ou la réduction des sulfates en sulfures" [2]).

[1]) Plauchud, E. Recherches sur la formation des eaux sulfureuses naturelles. Compt. Rendus de l'Acad. des sciences de Paris. T. 84. 1877. pag. 235.

[2]) Plauchud, l. c. pag. 237.

Возможно, говоритъ Плошю, что не всегда „sulfuration d'eau" зависитъ отъ фермента (вспомнимъ образованіе уксусной кислоты подъ вліяніемъ mycoderma aceti и губчатой платины), сульфаты могутъ быть возстановлены подъ вліяніемъ различныхъ причинъ.

Въ изслѣдованіи Плошю бросается въ глаза особенно то обстоятельство, что онъ приписываетъ образованіе сѣроводорода водорослямъ (conferves) и въ то же время, не зная или не предполагая, что организмы эти только и развиваются въ присутствіи кислорода и принадлежатъ къ аэробамъ, дѣлаетъ правильное заключеніе изъ своихъ опытовъ, что организмъ, образующій сѣроводородъ долженъ быть анаэробомъ.

Въ 1879 г. Микель описалъ подъ названіемъ fermentation sulfhydrique процессъ, заключающійся въ образованіи значительныхъ количествъ сѣроводорода (0,236—3 гр. и болѣе на литръ), благодаря дѣятельности особаго микроба, котораго онъ описываетъ въ нѣсколькихъ словахъ въ видѣ подвижной палочки (allongées или circulaires).

Микробъ образуетъ сѣроводородъ изъ бѣлковаго вещества, обладая свойствомъ выдѣлять углекислоту и водородъ въ средѣ лишенной сѣрнистыхъ соединеній. Прибавленіе къ этой средѣ сѣры вызываетъ сейчасъ же появленіе сѣроводорода. Такъ же точно онъ выдѣляетъ сѣроводородъ, развиваясь въ водѣ, въ которую положенъ кусокъ вулканизированнаго каучука[2]. Въ послѣднемъ случаѣ количество сѣроводорода каждые 48 часовъ можетъ достигнуть 40—50 к. с. на литръ. Организмъ легко гибнетъ, если не возобновлять среду, въ которой онъ развивался, такъ какъ вѣроятнѣе всего, что количество сѣроводорода, достигшее 60—70 к. с. на литръ, является для него предѣльной дозой. Въ общемъ количество образуемаго имъ газа зависитъ отъ температуры (optimum 30—35°) и отъ источника питанія. Въ анаэробныхъ условіяхъ онъ развивается хорошо. Если образованіе сѣроводорода происходитъ въ щелочной средѣ, то образуются сѣрнистыя соединенія и Микель этимъ путемъ смогъ приготовить сѣрокислые натрій, кальцій и аммоній, послѣдній особенно легко получить.

Несомнѣнно интересные опыты Микеля страдаютъ однимъ, общимъ и другимъ изслѣдованіямъ этого періода, недостаткомъ—отсутствіемъ чистыхъ культуръ, такъ что, если броженіе и вызывалось однимъ микробомъ, о его формѣ и его видѣ сдѣлать заключеніе невозможно, такъ какъ нѣтъ сомнѣнія, что въ культурахъ едва ли развился одинъ единственный микроорганизмъ.

[1]) Miquel, P. De la fermentation sulfhydrique. Bulletin de la Société chimique de Paris. 2 Semestre. Nouvelle série. T. XXXII. 1879. pag. 127.

[2]) Въ этомъ случаѣ микробъ образуетъ сѣроводородъ изъ сѣры каучука. (Miquel, P. Biogénèse de l'hydrogène sulfuré. Annales de Micrographie. T. I. 1889, pag. 323 et 364).

Въ 1882 году Этаръ и Оливье изслѣдовали Beggiatoa и нашли, что темныя зернышки въ тѣлѣ ея, по растворимости въ эфирѣ, хлороформѣ и сѣроуглеродѣ, представляютъ собой отложеніе сѣры. Эта сѣра откладывается въ тѣлѣ Beggiatoa только въ средѣ, содержащей сульфаты (сѣрнокислая известь), въ средѣ, лишенной ихъ, отложеніе сѣры не происходитъ, что указываетъ, по ихъ мнѣнію, на способность организма возстановлять сульфаты. Свойство откладывать въ клѣткахъ сѣру свойственно такъ же, какъ говорятъ они, Oscillaria и Ulothrix.

Послѣ появленія сообщенія Этара и Оливье, Плошю снова опубликовалъ наблюденія, указывая при этомъ, что наблюденія Этара и Оливье надъ способностью водорослей (sulfuraires) возстановлять сульфатъ подтверждаютъ его наблюденія и онъ поэтому еще болѣе опредѣленно говоритъ въ этомъ сообщеніи о роли „conferves" въ процессѣ возстановленія сульфатовъ.

Сертъ и Гарригу [2]), такъ же какъ и Плошю, высказали свое мнѣніе о способности организмовъ, заключающихъ внутри сѣру, возстановлять сульфаты.

Гоппе-Зейлеръ [3]), коснулся въ свою очередь вопроса объ образованіи сѣроводорода, изучая разложеніе целлюлезы съ образованіемъ метана.

Гоппе-Зейлеръ не могъ помириться съ мыслью, что возстановленіе сульфатовъ, которое онъ наблюдалъ тамъ, гдѣ шло разложеніе целлюлезы, представляетъ собой совершенно самостоятельный процессъ, вызываемый низшими организмами, и считалъ, что образованіе сѣроводорода является побочнымъ продуктомъ броженія целлюлезы. При этомъ процессѣ возстановленіе сульфатовъ происходитъ подъ вліяніемъ метана:

$$RSO_4 + CH_4 = RCO_3 + H_2S + H_2O$$

Такимъ образомъ, мы видимъ, что въ этотъ періодъ нашихъ знаній взглядъ на образованіе сѣроводорода подвергался постепенной эволюціи. Вмѣсто исключительно химической точки зрѣнія на этотъ процессъ, выдвинута была біологическая, которая приписывала образованіе сѣроводорода или тѣмъ организмамъ, которые намъ извѣстны подъ названіемъ

[1]) Étard, A. et Olivier, L. De la réduction des sulfates par les êtres vivants. Compt. rendus de l'Academie des sc. T. XCV. 1882. pag. 846.

[2]) Certes et Garrigou. De la présence constante de micro-organismes dans les eaux de Luchon, recueillies au griffon à la température de 64° et de leur action sur la production de la barégine. Compt. rend. de l'Ac. des sc. T. CIII. 1886. pag. 703.

[3]) Hoppe-Seyler, F. Ueber die Gärung der Cellulose mit Bildung von Methan und Kohlensäure. Zeitschr. f. physiologische Chemie. Bd. X. 1886. pag. 432.

сѣрныхъ бактерій (Конъ, Плошю, Этаръ и Оливье), или же организмамъ, несодержащимъ сѣру (бактеріямъ—Микель и „микрозимамъ“ Бешанъ). Наконецъ особое мнѣніе было высказано Дюкло[1]), къ нему примкнулъ и Надсонъ, что образованіе сѣроводорода микробами не представляетъ собой какую-нибудь постоянную ихъ функцію, но зависитъ отъ состава среды и отъ условій жизни.

Видно, какъ постепенно мысль объ участіи микроорганизмовъ въ процессѣ образованія сѣроводорода завоевывала все болѣе опредѣленное положеніе, Микелю, первому, удалось показать, что нѣкоторыя бактеріи обладаютъ этой способностью. Доводы и доказательства его, не смотря на всю ихъ, можетъ быть, правильность—не достаточны, такъ какъ у него не было въ рукахъ неоспоримо чистой культуры, не было главнаго доказательства!

Въ дальнѣйшемъ мы находимъ, что взглядъ на біологическую сторону процесса образованія сѣроводорода постепенно проясняется.

Въ этомъ отношеніи несомнѣнно главную роль сыграли работы С. Н. Виноградскаго надъ сѣрными бактеріями[2]) Эта работа, собственно говоря, для процесса сѣроводороднаго броженія дала, если можно такъ сказать, отрицательные результаты, оказалось, что „conferves“, „sulfuraires“, „Beggiatoa“ и т. д. сѣроводорода не образуютъ, но, наоборотъ, сами въ немъ нуждаются, такимъ образомъ отъ подозрѣваемаго участія въ процессѣ образованія сѣроводорода сразу отпала громадная группа организмовъ, которая, казалось, играетъ въ этомъ процессѣ главенствующую роль. Весь вопросъ былъ поставленъ заново, уже совершенно въ другой плоскости. Организмы, образующіе сѣроводородъ, должны были быть найдены среди мельчайшихъ бактерій, развивающихся одновременно съ сѣрными бактеріями и присутствіе которыхъ маскировалось, до извѣстной степени, болѣе „видными“ Beggiatoa, Chromatium и др.

Способность микроорганизмовъ образовать сѣроводородъ изъ бѣлковаго вещества была обнаружена многими изслѣдователями: Хертлингъ[3]),

---

[1]) Duclaux, E. Sur les odeurs de putréfaction. Revue critique. Annales de l'Inst. Pasteur. T. X. 1896. pag. 59.

Надсонъ, Г. А. О сѣроводородномъ броженіи въ Вейсовомъ соляномъ озерѣ. l. c. стр. 87.

[2]) Winogradsky, S. Ueber Schwefelbacterien. Botanisch. Zeitung. 1887.

Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbacterien. Leipzig. 1888.

[3]) Härtling Ueber das Vorkommen von Schwefelwasserstoff im Harn. Dis. Berlin. 1884.

Мюллеръ [1]), Холшевниковъ [2]), Карплусъ [3]), Стагнитта-Балистрери [4]), Кемнеръ [5]), Рубнеръ [6]), Петри и Маасенъ [7]), Гоппе-Зейлеръ и др.

Петри и Маасенъ [6]) образованіе сѣроводорода приписываютъ воздѣйствію образованнаго бактеріями водорода in statu nascendi на сѣросодержащія какъ органическія, такъ и не органическія вещества, но однако, дѣйствіе это распространяется не на всѣ сѣрнокислыя соединенія, которыя бактеріями не возстановляются. Наблюдающееся же образованіе сѣроводорода изъ сѣрнокислыхъ соединеній (напр., гипса) можетъ быть объяснено непрямымъ воздѣйствіемъ бактерій. Это непрямое воздѣйствіе будетъ ясно, если обратить вниманіе, что бактеріи часто образуютъ углекислоту и амміакъ, вещества эти въ присутствіи гипса образуютъ углекислую известь и сѣрнокислый аммоній. Водородъ, образуемый бактеріями, можетъ in statu nascendi подѣйствовать на сѣрнокислый аммоній и такимъ образомъ вызвать появленіе сѣроводорода, образовавшагося, слѣдовательно, изъ гипса, хотя и не подъ вліяніемъ непосредственнаго воздѣйствія бактерій. „Der durch das Wachstum der Bakterien gebildete Wasserstoff kann dann vielleicht unter solchen Bedingungen des Ammonsulfat zetsetzen" [8]).

Опыты, поставленные Петри и Маасеномъ, состояли въ томъ, что они въ тотъ сосудъ, въ которомъ водородъ образовался дѣйствіемъ на цинкъ соляной или уксусной кислоты, наливали концентрированный растворъ сѣрнокислаго аммонія. Свинцовая бумажка, вставленная въ

[1]) Müller, Fr. Ueber Schwefelwasserstoff im Harn. Berlin. klinische Wochenschrift. 1887. №№ 23—24.

[2]) Holschewnikoff. Ueber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch Bakterien. Fortschritte der Medizin. Bd. VII. 1889. № 6. pag. 201.

[3]) Karplus, J. P. Ueber die Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Methylmerkaptan durch ein Harn-Bacterium. Virchow's Archiv. Bd. 131. 1893. pag. 210.

[4]) Stagnitta-Balistreri. Die Verbreitung der Schwefelwasserstoffbildung unter den Bakterien. Archiv für Hygiene. Bd. XVI. 1893. pag. 10.

[5]) Kempner. Arch. f. Hyg. Bd. XXI. 1894. pag. 317.

[6]) Rubner, M. Modus der Schwefelwasserstoffbildung bei Bacterien. Archiv für Hygiene. Bd. XVI. 1892. pag. 58.

Die Wanderungen des Schwefels im Stoffwechsel der Bacterien. Archiv. f. Hygiene. Bd. XVI. 1892. pag. 78.

Ueber das Vorkommen von Merkaptan. Archiv für Hygiene. Bd. XIX. 1893. pag. 136.

[7]) Petri, R. J. und Maassen, A. Ueber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch die Krankheitserregenden Bakterien unter besonderer Berücksichtigung des Schweinerothlaufes. Centr. für Bakt. Bd. XI. 1892. pag. 289.

Petri, R. und Maassen, A. Beiträge zur Biologie der Krankheitserregenden Bakterien insbesondere über die Bildung von Schwefelwasserstoff durch dieselben unter vornehmlicher Berücksichtigung des Schweinerothlaufes. Arbeiten a. d. Kais. Gesundheitsamt. Bd. VIII. 1892. pag. 318.

Petri, R. und Maassen, A. Weitere Beiträge zur Schwefelwasserstoffbildung aerober Bakterien und kurze Angaben über Merkaptanbildung derselben. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt. Bd. VIII. 1893. pag. 490.

[8]) Petri und Maassen. Beiträge zur Biologie. l. c. pag. 352

сосудъ, сильно при этомъ чернѣла, что ясно указывало на возстановленіе сѣрнокислаго аммонія въ кисломъ растворѣ водородомъ in statu nascendi. Опыты, поставленные совершенно такъ же, убѣдили ихъ, что приливаніе бѣлковъ и пептона вызываетъ въ свою очередь появленіе сѣроводорода, благодаря дѣйствію на нихъ водорода. Противъ этихъ опытовъ были сдѣланы возраженія.

Такъ, Бейеринкъ [1]) еще въ 1896 году сообщилъ, что онъ повторялъ опыты Петри и Маасена съ химически чистымъ цинкомъ, не содержащимъ сѣры, но никогда не наблюдалъ образованія сѣроводорода, въ 5% растворѣ сѣрнокислаго аммонія и въ растворахъ болѣе слабыхъ, такъ что, по его мнѣнію, происхожденіе сѣроводорода въ опытахъ Петри и Маасена было другое: именно у нихъ образовалась сѣрнистая кислота, которая даетъ легко сѣроватистую, возстановляемую водородомъ въ сѣроводородъ.

По словамъ же Ранка [2]) оказывается, что если брать для полученія водорода химически чистую соляную кислоту и цинковую пыль, то можно замѣтить образованіе сѣроводорода не только въ растворахъ $(NH_4)_2SO_4$, $Na_2SO_4 . 10H_2O$ и т. д., но и въ дестиллированной водѣ, что указываетъ на присутствіе сѣры въ самой цинковой пыли, а слѣдовательно опыты Петри и Маасена теряютъ, по его мнѣнію, всю свою убѣдительность

Сторонникомъ возстановленія сульфатовъ водородомъ in statu nascendi остается Г. А. Надсонъ [3]), который, основываясь на опытахъ Петри и Маасена и принимая, что водородъ образуется при гніеніи бѣлковъ и целлюлезы, объясняетъ образованіе въ озерахъ сѣроводорода дѣйствіемъ водорода на сѣрнокислый аммоній, образовавшійся на счетъ CO_2 и NH_3 гніенія и обмѣнной реакціи углеамміачной соли съ гипсомъ.

Образованіе сѣроводорода, говоритъ Надсонъ, „есть результатъ не непосредственнаго воздѣйствія бактерій на сульфаты, а лишь косвеннаго вліянія: реакція происходитъ въ силу химической необходимости взаимодѣйствія между растворенными въ водѣ сульфатами и водородомъ, продуктами жизнедѣятельности бактерій“.

По взгляду Рубнера [4]), высказанному еще до опытовъ Бейеринка, опровергающихъ наблюденія Петри и Маасена, образованіе сѣроводорода изъ бѣлковой молекулы происходитъ не только у анаэробныхъ бактерій или въ болѣе или менѣе анаэробныхъ условіяхъ, но и при строго аэробныхъ условіяхъ при усиленной аэраціи. Правда, въ по-

---

[1]) Beyerinck, M. Le Spirillum desulfuricans l. c. pag. 242.

[2]) Rank, l. c. pag. 10.

[3]) Надсонъ, Г. А. l. c. стр. 81.

[4]) Rubner, Modus der Schwefelwasserstoffbildung bei Bactérien. Archiv für Hygiene. Bd. XVI. 1893. pag. 53.

Die Wanderungen des Schwefels im Stoffwechsel der Bacterien. Ib: pag. 78.

слѣднемъ случаѣ количество сѣроводорода не велико вслѣдствіе его окисленія. Поэтому образованіе сѣроводорода никоимъ образомъ нельзя относить только на счетъ водорода in statu nascendi, но необходимо принять, что подъ вліяніемъ воздѣйствія протоплазмы бактерій происходитъ распадъ бѣлковой молекулы съ образованіемъ сѣроводорода. Хотя эта точка зрѣнія въ свое время не получила особаго распространенія, а довѣріе къ опытамъ Петри и Маасена было настолько велико, что его даже не поколебали противоположные результаты Бейеринка, но надо признать теперь, что взгляды Рубнера болѣе согласны со взглядами тѣхъ изслѣдователей, которые хотѣли бы видѣть въ образованіи сѣроводорода изъ бѣлковъ—энзиматическій процессъ. Въ послѣдствіе Маасенъ [1]), повидимому самъ измѣнилъ взглядъ и приводитъ опыты, указывающіе на существованіе въ тѣлѣ бактерій особыхъ возстановляющихъ веществъ, полученныхъ имъ въ видѣ ацетоновыхъ препаратовъ, способныхъ выдѣлять H_2S изъ пептона, что говоритъ, до извѣстной степени, уже противъ первоначальнаго значенія водорода въ этомъ процессѣ.

Зелинскій и Брусиловскій [2]) поставили спеціальные опыты съ выдѣленнымъ изъ лиманной грязи Vibrio hydrosulfureus. Они приготовили питательную среду, не содержащую бѣлковъ, но состоящую изъ 2% тіодигликолеваго аммонія

$$S\begin{cases}CH_2-COONH_4\\CH_2-COONH_4\end{cases}$$

хлористаго калія и фосфорно-кислаго калія. Во взятомъ соединеніи сѣра связана съ двумя атомами углерода. Такъ какъ образованіе сѣроводорода въ анаэробныхъ условіяхъ наступило, то надо признать существованіе у микроорганизма редуцирующей способности, а благодаря этой способности можно допустить образованіе микроорганизмами сѣроводорода изъ бѣлковъ безъ образованія водорода, но благодаря особому свойству протоплазмы. Слѣдовательно, опыты Зелинскаго и Брусиловскаго привели ихъ къ заключенію о необходимости допускать возможность образованія водорода при разложеніи бѣлковъ.

Въ 1895 году Бейеринкъ [3]) описалъ новый организмъ Spirillum

[1]) Maassen, A. Ueber das Reduktionsvermögen der Bakterien und über reduzierende Stoffe in pflanzlichen und tierischen Zellen. Arbeiten aus d. Kais. Gesundheitsamt. Bd. XXI. 1904. pag. 377.

[2]) Зелинскій, Н. Д. и Брусиловскій, Е. М. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и одесскихъ лиманахъ. Южно-Русская Медицинская Газета. 1893. №№ 18—19, а также Отчеты о дѣятельности Одесскаго Бальнеологическаго Общества. Вып. V. съ 1892—1898. Одесса. 1898.

[3]) Beijerinck, M. W. Ueber Spirillum desulfuricans als Ursache der Sulfatreduktion. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. I. 1895. pag. 1.

Beyerinck, M. W. Le Spirillum desulfuricans, agent de la réduction des sulfates. Archives néerland. des sciences exactes et naturelles. T. XXIX. 1896. pag. 233.

desulfuricans (названный въ послѣдствіи Microspira desulfuricans), возстанавляющій сульфаты съ образованіемъ сѣроводорода въ средѣ, лишенной, кромѣ сѣрнокислыхъ солей, другихъ соединеній, содержащихъ сѣру. Микроорганизмъ этотъ оказался способнымъ въ анаэробныхъ условіяхъ образовать большія количества сѣроводорода. Такъ въ одномъ изъ опытовъ въ средѣ, содержащей: $(FeSO_4 + NH_4)_2\ SO_4 + 6H_2O$, $MgSO_4$ и SO_3 растворенными въ водѣ канала, слѣдовательно въ средѣ, которая на литръ содержала 250,8 мгр. SO_3, было найдено 164 мгр. H_2S, остальные же 86,8 мгр. SO_3, повидимому, превратились въ сѣру. Изъ другихъ опытовъ выяснилось, что достаточно къ водѣ изъ каналовъ Дельфта, содержащихъ нормально 45 мгр. SO_3 на литръ, прибавить 50 мгр. глюкозы, 100 мгр. фосфорно-кислаго калія, нѣсколько капель хлористаго желѣза и 0,5 гр. углекислаго натрія, чтобы довольно скоро обнаружить полное исчезновеніе SO_3 вслѣдствіе дѣятельности микроорганизма возстановляющаго сульфаты: такъ 45 мгр. SO_3 дали 24 мгр. H_2S и 21 мгр. какого-то другаго сѣру содержащаго соединенія

Въ естественныхъ условіяхъ процессъ возстановленія сульфатовъ дѣятельностью Microspira (Spirillum) desulfuricans долженъ происходить, благодаря рѣзко выраженному ея анаэробіозу, на днѣ каналовъ, на поверхности же воды образованіе сѣроводорода надо приписать разложенію бѣлковыхъ веществъ развивающимися здѣсь при доступѣ воздуха B. coli commune и B. lactis aërogenes [1]).

Противъ способности прямого возстановленія сульфатовъ, свойственной Spirillum desulfuricans, высказался Зальтетъ и его ученикъ Стоквисъ [2]). По мнѣнію Зальтета Spirillum desulfuricans обладаетъ способностью возстановлять сульфаты лишь въ сульфиты и другія менѣе окисленныя сѣрныя соединенія, но отнюдь не до сѣроводорода.

Называя, найденный имъ организмъ Bacillus desulfuricans [по мнѣнію Бейеринка это Aerobacter (Bacterium) coli], Зальтетъ приписываетъ ему способность возстановлять сульфаты въ сульфиты, изъ которыхъ сѣроводородъ хотя и образуется, но уже не B. coli, а другими формами. Такимъ образомъ весь процессъ возстановленія сульфатовъ онъ, очевидно, представляетъ себѣ какъ функцію двухъ, преемственно дѣйствующихъ, группъ организмовъ.

---

[1]) Beijerinck, W. Schwefelwasserstoffbildung in den Stadtgräben und Aufstellung der Gattung Aërobakter. Cent. für Bakt. II Abt. Bd. VI. 1900. pag. 193.

[2]) Saltet, H. Ueber Reduktion von Sulfaten in Bracwasser durch Bakterien. Centr. f. Bakt. Abt. II. Bd. VI. 1900. pag. 648. То-же на голландскомъ языкѣ годомъ раньше въ Handel. van het 7-e Natuuren Geneesk. Congres te Haarlem. 1899. pag. 378.

Stokvis, M. C. Bijdrage tot de verklaring van de zwavelwaterstofvorming in het Amsterdamsche grachtwater. Amsterdam. 1899.

Бейеринкъ [1]), съ злымъ сарказмомъ, отмѣчая обогащеніе бактеріологической номенклатуры новымъ названіемъ для „coli", совершенно правильно указываетъ на то, что „coli" въ состояніи самостоятельно образовать сѣроводородъ изъ сульфитовъ, а поэтому та же самая форма, которая образуетъ изъ сульфатовъ сульфиты, можетъ образовать также изъ сульфатовъ сѣроводородъ.

Высказываясь въ своихъ первыхъ сообщеніяхъ за присущую, найденному имъ организму, способность непосредственно возстановлять сульфаты, Бейеринкъ въ послѣдствіи, въ нѣсколькихъ, слѣдующихъ другъ за другомъ сообщеніяхъ, развилъ свои взгляды на біогенный процессъ образованія сѣроводорода. При этомъ онъ различаетъ прямое и непрямое возстановленіе сульфатовъ.

Образованіе сѣроводорода, говоритъ Бейеринкъ, біологическимъ путемъ происходитъ въ природѣ нѣсколькими способами:

1) изъ сульфатовъ, возстановленіемъ ихъ—Microspira,

2) изъ бѣлковаго вещества,

3) изъ свободной сѣры,

4) изъ сульфитовъ (Na_2SO_3) и тіосульфатовъ ($Na_2S_2O_3$).

Три послѣдніе способа образованія сѣроводорода распространены и свойственны многимъ организмамъ, какъ бактеріямъ, такъ и дрожжамъ, тогда какъ первый способъ свойственъ только открытымъ имъ видамъ Microspira.

Развиваясь въ средѣ, содержащей сѣру только въ видѣ сѣрнокислыхъ соединеній, Microspira образуетъ сѣроводородъ, не образуя въ то же время такихъ продуктовъ, какъ сульфитъ и тіосульфатъ [2]). Сѣра сѣрнокислыхъ соединеній расходуется при процессѣ возстановленія на образованіе: бѣлковаго вещества, свободной сѣры (éliminé à l'état pur) и сѣроводорода.

Существованіе „прямого" возстановленія сульфатовъ дѣятельностью микроорганизмовъ было доказано Бейеринкомъ и его ученикомъ Ванъ-Дельденомъ. Бактеріи, которыя производятъ этотъ процессъ, принадлежатъ къ „анаэробамъ" [3]) и чрезвычайно чувствительны къ измѣненіямъ во внѣшней средѣ; въ чистыхъ культурахъ ихъ можно получить лишь съ большимъ трудомъ [4]). Таковы тѣ трудности, которыя связаны, по словамъ Бейеринка, съ изученіемъ этого процесса.

---

[1]) Beijerinck, W. Noch ein Wort über die Sulfatreduktion in den Gewässern. Centr. für Bakter. II Abt. Bd. VI. 1900. pag. 844.

[2]) Въ своемъ первомъ сообщеніи Бейеринкъ допускаетъ образованіе сульфитовъ и тіосульфатовъ, но потомъ категорически отъ этого отказался (см. Beyerinck, M. Sur la formation de l'hydrogène sulfuré dans les canaux, et le genre nouveau Aërobacter. Archives Néerl. des sc. ex. et naturelles. Ser. II. T. IV. 1900. pag. 2).

[3]) Ковычки Бейеринка.

[4]) Beyerinck, Phénomènes de réduction l. c. pag. 139.

Бактеріи, способныя непосредственно возстановлять сульфаты, были найдены Бейеринкомъ въ илѣ каналовъ Дельфта и Ванъ-Дельденомъ въ илѣ моря, въ такъ называемыхъ „wadden" и „schorren" голландскихъ береговъ. Первый организмъ, какъ я говорилъ, былъ названъ Spirillum (Microspira) desulfuricans Beijerinck, второй Microspira aestuarii van Delden.

Microspira desulfuricans—житель прѣсной воды, тогда какъ Microspira aestuarii—морской обитатель, оба вида имѣютъ форму маленькой съ однимъ завиткомъ спирали и морфологически другъ отъ друга—не отличимы. Біологическія особенности ихъ, однако, различны: Microspira aestuarii способна образовать до 925 мгр. сѣроводорода на литръ, а Microspira disulfuricans только 246 мгр. сѣроводорода; кромѣ того Microspira aestuarii можетъ развиваться въ средѣ, содержащей 1,5—6% хлористаго натрія, а Microspira desulfuricans только въ средѣ содержащей 0—2% хлористаго натрія.

Однако, по наблюденіямъ Ранка [1]) надъ бактеріями, выдѣленными имъ изъ Неаполитанскаго залива и прѣсной воды такого отношенія къ концентраціи NaCl наблюдать ему не пришлось. Обѣ формы одинаково развивались, какъ въ 3% NaCl, такъ и въ средѣ безъ NaCl.

Развиваясь въ отсутствіи воздуха (microaérophilie) [2]), эти двѣ формы нуждаются въ сульфатахъ, лучшими же источниками углерода являются для нихъ соли молочной и яблочной кислотъ, а источниками азота—аспарагинъ и пептонъ.

Процессъ (экзотермическій), который происходитъ при этомъ, можетъ быть представленъ въ видѣ слѣдующей формулы:

$$2C_3H_5NaO_3 + 3Na_2SO_4 = 4Na_2CO_3 + 2CO_2 + 3H_2S + 2H_2O.$$

Возстановленіе сульфатовъ десульфурирующими бактеріями происходитъ въ средѣ, содержащей достаточное количество органическаго вещества, окисляемаго возстановляющими бактеріями, которыя получаютъ при этомъ процессѣ необходимую энергію для разложенія сульфатовъ [3]). Этими столь необходимыми, слѣдовательно, органическими веществами могутъ быть почти всѣ тѣ, которыя встрѣчаются въ загрязненной водѣ. Наиболѣе пригодными надо признать, однако, аспарагинъ, пептонъ и аммонійныя соли, а такъ же соли органическихъ кислотъ (молочной, яблочной и янтарной). Слѣдовательно окисленіе этихъ органическихъ веществъ производится кислородомъ сульфатовъ, такъ какъ изъ воздуха доступъ его въ сосудъ съ культурой—прегражденъ.

---

[1]) Rank, Anton. Beiträge zur Kenntnis der sulfatreduzierenden Bakterien. In Diss. Zürich. 1907. pag. 44.

[2]) Beyerinck, Sur la formation de l'hydrogène sulfuré. l. c. pag. 3.

[3]) Van Delden, l. c. pag. 83.

Процессъ возстановленія сульфатовъ можетъ быть представленъ слѣдующей формулой:

$$2C_3H_5O_3Na + 3MgSO_4 = 3MgCO_3 + Na_2CO_3 + 2CO_2 + 2H_2O + 3H_2S$$

при этомъ на одну молекулу H_2S образуется 2 молекулы CO_2 [1]). Произведенный анализъ подтвердилъ правильность соображенія, такъ какъ было найдено 987,8 мгр. CO_2, которые должны соотвѣтствовать 381,6 мгр. H_2S. Въ дѣйствительности, однако, было найдено 346,8 мгр., разница эта объясняется тѣмъ, что всѣ данныя перечислены на литръ, слѣдовательно ошибка опредѣленія увеличена, но кромѣ того несомнѣнно часть сѣры пошла на построеніе тѣла бактерій. Если взять яблочнокислый калій уравненіе можетъ быть представлено въ сл. видѣ:

$$2C_4H_4O_5K_2 + 3MgSO_4 = 3MgCO_3 + 2K_2CO_3 + 3CO_2 + H_2O + 3H_2S$$

слѣдовательно на 3 молекулы H_2S образовалось 8 молекулъ CO_2. Въ опытѣ оказалось 580,8 мгр. CO_2 и 153,0 мгр. H_2S вмѣсто 168,3 мгр.

Разсматривая воздѣйствіе Microspira на сѣрнокислыя соединенія, какъ прямое дѣйствіе бактерій, Бейеринкъ даже не допускаетъ и мысли, что возможно образованіе сѣроводорода путемъ выдѣленія бактеріями продуктовъ обмѣна, возстановляющихъ сульфаты. Ранкъ [2]) находитъ подтвержденіе этому взгляду въ своихъ опытахъ, показавшихъ, что ни убитыя нагрѣваніемъ до 60° культуры, ни фильтрованныя черезъ пористый фильтръ, не могутъ возстановлять сѣрнокислыхъ соединеній.

Другой процессъ, такъ называемое непрямое возстановленіе сульфатовъ, можетъ явиться, по Бейеринку, продуктомъ дѣятельности разнообразныхъ аэробныхъ и анаэробныхъ спороносныхъ микробовъ и представляетъ собой процессъ слабо выраженный.

Бейеринкъ говоритъ, что сначала онъ былъ увѣренъ, что сѣроводородъ, образующійся въ культурахъ на бѣлковыхъ средахъ въ присутствіи сульфатовъ, долженъ быть отнесенъ на счетъ сѣры бѣлковъ, но въ концѣ концовъ убѣдился, что это происходитъ болѣе сложно. Сульфаты потребляются бактеріями на постройку протоплазмы, богатой сѣрой; эта протоплазма послѣ смерти микроорганизмовъ разлагается съ образованіемъ сѣроводорода. Слѣдовательно, образованіе сѣроводорода обязано непосредственно не той питательной средѣ, въ которой развиваются микроорганизмы, но ихъ собственной протоплазмѣ, разлагающейся и дающей сѣроводородъ; а такъ какъ протоплазма образуется на

---

[1]) Van Delden. Beitrag zur Kenntnis der Sulfatreduktion durch Bakterien. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XI. 1904. pag. 117. Въ текстѣ у Ванъ Дельдена, повидимому, опечатка въ формулѣ молочнокислаго натрія и въ расчетѣ отношенія между молекулами H_2S и CO_2

[2]) Rank, l. c. pag. 53.

счетъ сульфатовъ, то слѣдовательно, образованіе изъ нихъ сѣроводорода—непрямое и заслуживаетъ, какъ говоритъ Бейеринкъ, названія „réduction indirecte“. Разница во взглядахъ, высказанныхъ на процессъ образованія сѣроводорода въ культурахъ на бѣлковыхъ средахъ, стало быть значительна. Если Петри и Маасенъ и ихъ послѣдователи считаютъ образующійся сѣроводородъ продуктомъ распада бѣлковъ питательной среды, то Бейеринкъ считаетъ его продуктомъ протоплазмы тѣла бактерій.

Не вдаваясь здѣсь въ подробный разборъ этихъ взглядовъ, какъ безусловно требующихъ экспериментальной провѣрки и способныхъ еще больше отклонить изложеніе отъ темы, я укажу лишь на слѣдующее явленіе, вѣроятно, хорошо извѣстное всѣмъ тѣмъ, которые наблюдали за культурами, образующими сѣроводородъ. Явленіе это заключается въ томъ, что въ культурѣ иногда весьма долго не замѣтно образованія сѣроводорода; проходитъ недѣля, двѣ, бактеріи развиваются, потребляютъ питательныя вещества, дѣйствуютъ на нихъ, но сѣроводородъ не образуется. Между тѣмъ бактеріальный мертвый осадокъ на днѣ сосуда увеличивается и вотъ по прошествіи долгаго періода, начинается, наконецъ, образованіе сѣроводорода и, мнѣ кажется, что дѣйствительно образованіе этого газа при данныхъ условіяхъ идетъ, вѣроятнѣе всего, на счетъ протоплазмы бактерій, а не на счетъ бѣлковъ среды.

Бейеринкъ свой взглядъ на непрямое возстановленіе сульфатовъ подтверждаетъ опытомъ, заключавшемся въ томъ, что въ два маленькихъ сосуда вносятъ небольшое количество фибрина и смѣшиваютъ его въ одномъ сосудѣ съ водой, въ которой находятся 0,02% K_2HPO_4 и 0,001% $MgCl_2$, а въ другомъ сосудѣ съ растворомъ 0,02% $MgSO_4$ такъ, чтобы образовалась тѣстообразная масса. Засѣявъ сосуды землей и поставивъ ихъ при 35° Ц., можно замѣтить, что прежде всего образованіе сѣроводорода наступаетъ на 2 — 3 день въ сосудѣ съ $MgSO_4$. Сульфаты уменьшаются въ количествѣ, но не особенно значительно (не болѣе $^1/_{20}$% $MgSO_4$). Микроорганизмы поглощаютъ сульфаты и ихъ тѣла разлагаются съ образованіемъ сульфидовъ. Позже наступаетъ выдѣленіе сѣроводорода и въ другомъ сосудѣ, что указываетъ на выдѣленіе сѣры фибрина. Процессъ этотъ вызывается спороносными формами.

Надо сознаться, что, не смотря на всѣ попытки разгадать характеръ процесса образованія сѣроводорода изъ бѣлковой молекулы, онъ остается все еще не разгаданнымъ, какъ не вполнѣ еще разгадано само строеніе бѣлковой молекулы.

Что касается того, какъ и какимъ образомъ тѣла бактерій возстановляютъ сульфаты, то этотъ вопросъ остается точно такъ же еще совершенно не яснымъ.

Въ 1888 году де-Рей-Пайладъ [1]) сообщилъ, что вытяжка изъ дрожжей способна дать сѣроводородъ, благодаря особому заключающемуся въ ней веществу филотіонъ (philothion), по характеру своему имѣющему ферментативныя свойства. Филотіонъ, названный позже гидрогеназа, имѣетъ за себя много данныхъ, но все же его присутствіе въ организмахъ, образующихъ сѣроводородъ, пока не доказано.

Нѣкоторыя данныя особенно убѣдительно говорятъ въ его пользу, такъ, Ханъ [2]) сообщаетъ, что мертвыя клѣтки такъ же редуцируютъ, какъ и живыя, а это наводитъ на необходимость признать существованіе особыхъ возстановительныхъ веществъ, при чемъ эти вещества возстановляютъ сульфаты также и въ клѣткахъ зеленыхъ растеній [3]).

Съ другой же стороны, есть и противоположныя данныя, такъ выдѣленіе сѣроводорода, наблюдающееся въ экстрактахъ изъ органовъ животныхъ, Абелу и Рибо [4]) не считаютъ энзиматическаго характера и доказываютъ это своими опытами. Образованіе сѣроводорода въ опытахъ Рей-Пайлада они объясняютъ тѣмъ, что альбуминоиды при нагрѣваніи съ сѣрой или даже безъ нея, вообще, выдѣляютъ сѣроводородъ. Но опыты Абелу и Рибо нельзя считать совершенно опровергающими филотіонъ и не далеко, повидимому, время полнаго его торжества.

Опыты Поцци-Эскота [5]) подтверждаютъ наблюденія Рей-Пайлада и идутъ дальше, изучая свойства филотіона. Такъ, по ихъ мнѣнію, филотіонъ есть смѣсь двухъ, а можетъ быть и больше, энзимъ.

Суммируя теперь всѣ данныя объ образованіи сѣроводорода, мы должны признать, что микроорганизмы могутъ образовать сѣроводородъ какъ изъ органическихъ сѣрусодержащихъ веществъ, такъ и изъ неорганическихъ. Способность эта зависитъ отъ редуцирующихъ свойствъ ихъ протоплазмы, а слѣдовательно, прямое образованіе сѣроводорода изъ

---

[1]) de Rey-Pailhade, J. Sur un corps organique hydrogénant le soufre à froid. Compt. rend. hebd. de l'Acad. des sc. T. 106. 1888. pag. 1683.

Démonstration du pouvoir réducteur des tissus au moyen des tissus desséchés. Compt. rend. de la soc. biol. Sér. 10. T. V. 1898. pag. 372.

[2]) Buchner, E. U. und Hahn, H. Die Zymasegärung. München—Berlin.

[3]) Schultze. Landv. Vers. Bd. 19. pag. 172. 1892. pag. 118.

Maassen, Ueber das Reduktinsvermögen l. c. pag. 381.

[4]) Abelous, J. E. et Ribaut, H. Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoides en général. Compt. rend. hebd. de l'Acad. des sc. T. 137. 1903. pag. 95.

Abelous, J. E. et Ribaut, H. Influence de la temperature sur la production d'hydrogène sulfuré par les matierès albominoides, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière en présence du soufre. Compt. rend. de l'Acad. des sc. T. 137. 1903. pag. 268.

[5]) Pozzi-Escot, Etat actuel de nos connaissances sur les oxydases et les réductases. Paris. 1902.

Sur une importante cause d'erreur dans la recherhe de diastases. Comp. rend. de l'Ac. des sc. T. 134. 1902. pag. 479.

сѣрусодержащаго вещества будетъ происходить тогда, когда сѣра въ этомъ веществѣ находится въ такой группировкѣ, при которой возможно воздѣйствіе на нее редуцирующаго вещества, находящагося въ клѣткѣ микроорганизма; непрямое образованіе сѣроводорода, не зависящее прямо отъ редуцирующей способности протоплазмы, имѣетъ тогда мѣсто, когда въ числѣ продуктовъ распада, образующихся вслѣдствіе жизнедѣятельности микроорганизма, окажутся соединенія, способныя отщеплять сѣру съ образованіемъ сѣроводорода.

Отъ какихъ именно веществъ можетъ быть легко отнята сѣра мы точно еще не знаемъ, но нѣкоторыя данныя позволяютъ думать, что цистины этимъ свойствомъ обладаютъ [1]).

Могильное озеро.

Прежде чѣмъ перейти теперь къ изложенію нѣкоторыхъ наблюденій надъ сѣроводородными бактеріями Сѣвернаго Ледовитаго океана и Могильнаго озера, я нахожу не лишнимъ дать здѣсь же краткія свѣдѣнія объ этомъ озерѣ, въ своемъ родѣ оригинальномъ и интересномъ, чтобы можно было имѣть представленіе о тѣхъ условіяхъ, въ которыхъ протекаетъ въ немъ сѣроводородное броженіе и происходитъ развитіе пурпурныхъ бактерій, о которыхъ я буду говорить нѣсколько дальше.

Озеро это обратило на себя вниманіе послѣ того, какъ въ 1887 г. Герценштейнъ нашелъ въ небольшомъ прѣсноводномъ озерѣ на островѣ Кильдинѣ морскую рыбу треску и сдѣлалъ объ этомъ сообщеніе [2]) въ СПБ. Обществѣ естествоиспытателей, а воду изъ озера отправилъ въ Юрьевъ (Дерптъ) проф. Шмиту для анализа.

По анализамъ [3]) оказалось, что воду можно, дѣйствительно, назвать прѣсной и Шмитъ высказалъ предположеніе, что это озеро произошло вслѣдствіе отдѣленія отъ океана, затѣмъ оно опрѣснѣло и вода его представляетъ въ настоящее время смѣсь одной части воды Ледовитаго океана и около 13 частей снѣговой, ключевой и дождевой воды.

Интересно въ этомъ анализѣ между прочимъ то, что въ водѣ не было найдено сѣроводорода, а количество сѣрнокислыхъ соединеній меньшее, чѣмъ въ водѣ океана. Можно думать поэтому, что изслѣдо-

---

[1]) Sasaki, T. und Otsuka, J. Experimentelle Untersuchungen über die Schwefelwasserstoffentwicklung der Bakterien aus Cystin und sonstigen Schwefelverbindungen. Biochem. Zeitschr. Bd. XXXIX. 1912.

[2]) Герценштейнъ, С. М. О нахожденіи трески въ прѣсноводномъ озерѣ. Труды СПБ. Общества Естествоиспытателей. Т. XXI. 1887. Стр. 105. (Сообщенія этого я не нашелъ въ указанномъ мѣстѣ).

[3]) Schmidt, C. Hydrologische Untersuchungen LI. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. IX. Bd. 1891. Dorpat. 1892. pag. 2.

ванію была подвергнута вода съ поверхности озера или, во всякомъ случаѣ, изъ его верхнихъ слоевъ, тѣмъ болѣе, что и соленость ея была весьма незначительна.

Вотъ тѣ данныя, которыя сообщаетъ Шмитъ: озеро Могильное на островѣ Кильдинъ находится,

69° 18′ до 30′ N
34° 2′ до 30′ O отъ Гринвича

въ 20 верстахъ въ востоку отъ устьевъ Кольской бухты.

Объемный вѣсъ 100195.

Калій K и Рубидій Rb	27,51	grm.
Натрій Na	760,68	„
Кальцій Ca	61,69	„
Магнезія Mg	103,02	„
Желѣзо Fe	3,01	„
Хлоръ Cl	1385,55	„
Бромъ Br	слѣды	„
Сѣрная кислота SO_3	168,57	„
Фосфорная кислота P_2O_5	2,20	„
Углекислота C_2O_4 бикарбонатовъ	88,64	„
Кремнекислота SiO_2	2,84	„
Кислородъ экв. SO_3, P_2O_5, CO_2	50,06	„
	2653,77	grm.

далѣе эти данныя Шмитъ группируетъ въ сл. таблицѣ:

	Въ 1.000.000 grm.
Хлористый калій и хлористый рубидій KCl (+RbCl)	52,43
Хлористый натръ NaCl	1930,41
Сѣрнокислый кальцій $CaSO_4$	77,91
Сѣрнокислая магнезія $MgSO_4$	184,64
Хлористая магнезія $MgCl_2$	256,54
Бромистая магнезія $MgBr_2$	слѣды
Фосфорнокислый кальцій CaP_2O_6	3,07
Двууглекислый кальцій CaC_2O_5	137,33
Двууглекислаго желѣза FeC_2O_5	8,60
Кремнекислота SiO_2	2,84
	2653,77

Въ 1889 году изслѣдовалъ озеро В. А. Фаусекъ [1]) и натолкнулся на неожиданную находку—красную асцидію, а затѣмъ на рядъ мор-

[1]) Фаусекъ, В. А. Озеро съ морской фауною (Relicten-See) на островѣ Кильдинѣ, въ Ледовитомъ океанѣ. Вѣстникъ Естествознанія. Годъ первый. СПБ. 1890 Стр. 337.

скихъ формъ молюсокъ и красную водоросль. Эти находки были сдѣланы въ юго-восточномъ углу озера, который несомнѣнно носилъ по біологическимъ особенностямъ—морской характеръ. Фауску удалось съ помощью простаго приспособленія достать воду съ глубины озера и убѣдиться, что на глубинѣ вода уже не прѣсная, но совершенно соленая.

Такимъ образомъ озеро это, по его словамъ, „настоящее Relicten-See“, образовавшееся путемъ отдѣленія прѣсной площади воды отъ океана. Прѣсная вода, просачивающаяся изъ сосѣдняго болотца, прикрываетъ болѣе плотные слои соленой морской воды, лежащей на днѣ.

Послѣ Фаусека озеро еще нѣсколько разъ было изслѣдовано другими учеными.

Н. М. Книповичъ[1]) изслѣдовалъ Могильное озеро и подмѣтилъ въ немъ существованіе какъ бы трехъ не только физико-географическихъ, но и біологическихъ зонъ. Первая зона до глубины 5,5—6,5 метровъ,—съ прѣсной водой, вторая до 6—7 метровъ солоноватая и третья—до дна. Эта послѣдняя зона характерна, какъ высокой соленостью, такъ, главное, своимъ сѣроводородомъ. Дно озера покрыто черноватымъ вонючимъ иломъ, содержащимъ, повидимому, большое количество гніющаго органическаго вещества. Живыхъ организмовъ, сколько можно было судить, въ этомъ поясѣ (зонѣ) совершенно не было.

Въ „Fauna arctica [2])“ находится указаніе, что Рёмеръ и Шаудинъ на пароходѣ „Helgoland“ посѣтили (въ сопровожденіи Л. Л. Брейтфуса) въ 1898 году Кильдинъ, драгировали Могильное озеро и сдѣлали нѣсколько опредѣленій его солености и температуры. Соленость на днѣ озера была равна 3,5%; съ поверхности до глубины 5 м. почти прѣсная—0,5%. Измѣреніе температуры обнаружило существованіе болѣе теплой воды на глубинѣ $6^1/_2$ м.; поверхность озера имѣла температуру 9,1°Ц., на глубинѣ 6 м. — 9,7°, на глубинѣ $6^1/_2$ м. 12,2°, на глубинѣ 16 м.—7,6°, такимъ образомъ на глубинѣ 6 — 6½ м. температурныя колебанія были между 9,7—12,2°Ц. [3]).

Во время упомянутаго путешествія Рёмеръ собралъ въ Могильномъ озерѣ образцы водорослей и передалъ ихъ Мёбіусъ [4]), чтобы вы-

---

[1]) Knipowitsch, N. Ueber den Reliktensee «Mogilnoje» auf der Insel Kildin an der Murman-Küste. Извѣстія И. Академіи наукъ. 1895. Декабрь. Т. III. № 5.

[2]) Römer, Fr. und Schaudin, Fr. Fauna arctica. Einleitung, Plan des Werkes und Reisebericht. Годъ? pag. 37.

Брейтфусъ, Л. Реликтовое озеро Могильное. См. Дерюгинъ, К. М. Мурманская біологическая станція 1899—1905 г. СПБ, 1906. Стр. 101.

[3]) Книповичъ, Н. М. Экспедиція для научнопромысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Томъ I. СПБ. 1902. Стр. 89—приводятся тѣ же температурныя данныя, разница только въ томъ, что на глубинѣ 6 м. показана температура 12°, у Рёмера же 9,7°, остальная температура та же.

[4]) Möbius, M. Notiz über Schlauchbildende Diatomeen mit zwei verschiedenen Arten. Berichte der Deutschen Botan. Geselsch. 1907. pag. 247.

Рис. 34. Линія, обозначенная ------ показываетъ мѣстонахожденіе слоя воды съ подвижными пурпурными бактеріями (чертежъ исполненъ С. М. Вислоухъ).

яснить представляютъ ли собой эти водоросли морской или прѣсноводной типъ. Мёбіусъ въ переданныхъ ему сборахъ нашелъ удивительную смѣсь морскихъ водорослей (Styctyosiphon, Ectocarpus, Polysiphonia и т. п.), солоноватыхъ (напр. Spirulina subsalsa) и настоящихъ прѣсноводныхъ формъ (Botryococcus, Scenedesmus, Pediastrum и т. п.). Изъ діатомовыхъ водорослей онъ нашелъ здѣсь: Schizonema Grevillei Ag., Nitzchia dissipata (Kg.) Grun. var. media (или Homoeocladia filiformis).

Могильному озеру посвятилъ нѣсколько соображеній Егуновъ [1]). Разбирая вліяніе застоя воды на жизнь Чернаго моря, онъ говоритъ, что подобные „біо-анизотропные“ бассейны должны существовать и помимо Чернаго моря. Къ числу такихъ бассейновъ относится Могильное озеро, въ которомъ распредѣленіе H_2S и другихъ веществъ должно быть, по его предположенію, то же самое, что и въ Черномъ морѣ; здѣсь должно наблюдаться такое же распредѣленіе жизни и положеніе бактеріальной пластинки. До извѣстной степени, какъ мы увидимъ дальше, все это и оправдалось.

Благодаря трудамъ названныхъ изслѣдователей Могильное озеро въ настоящее время можетъ считаться уже довольно хорошо изученнымъ. Занимая сравнительно небольшую площадь оно отдѣлено (рис. 35) отъ океана невысокой песчаной плотиной, не препят-

[1]) Егуновъ, М. Біо-анизотропные бассейны. Ежегодникъ по геологіи и минералогіи Россіи. Т. IV. 1900—1901. Стр. 62.

ствующей въ бурную погоду перебрасыванію волнъ моря въ озеро. Весьма вѣроятно, что для морской воды кромѣ того существуетъ доступный входъ еще въ юго-восточной части озера[1]), гдѣ морская вода просачивается черезъ невысокую плотину и, такимъ образомъ, между моремъ и озеромъ существуетъ постоянный обмѣнъ воды. Въ мѣстѣ предполагаемаго входа морской воды „толпится, по словамъ Рипаса, все его морское населеніе и гдѣ отсутствуетъ вонючій илъ, покрывающій прочія части озерного дна".

О количествѣ сѣроводорода въ Могильномъ озерѣ и о тѣхъ колебаніяхъ въ его распредѣленіи въ немъ, которыя должны здѣсь наблюдаться, свѣдѣній у насъ почти нѣтъ.

Опредѣленіе количества сѣроводорода было, однажды, произведено г-жей А. Пальмквистъ и данныя ея анализа сообщены въ Отчетѣ Экспедиціи за 1901 годъ, составленномъ Н. М. Книповичемъ. Количество сѣроводорода приведено въ куб. сант. на 1 литръ.

Остальныя свѣдѣнія, помѣщенныя въ моей таблицѣ (стр. 197), получены въ 1906 году во время взятія мною пробъ для бактеріологическаго анализа. Опредѣленіе солености во взятыхъ пробахъ было произведено при этомъ г-жей О. К. Гаусманъ.

Станція 1353.	Глубина въ метрахъ.	Темпера-тура въ С.	Соленость въ S.	O'_2.	O_2.	$\frac{100.O_2}{O'_2}$	H_2S. куб. с.
Могильное озеро 29 VII (11 VIII) 1906.	0	8.90	3.46	7.85	7.68	97.8	—
	1	8.80	3.46	7.86	7.69	97.8	—
	2	8.75	3.46	7.87	7.68	97.6	—
	3	8.75	3.46	7.87	7.73	98.2	—
	4	8.70	3.46	7.88	7.76	98.5	—
	5	8.71	3.46	7.88	7.70	97.7	—
	6	9.91	12.72	7.27	5.69	78.3	—
	7	10.00	21.33	6.89	4.17	60.5	—
	8	8.95	25.19	6.87	4.19	61.0	—
	9	8.51	27.79	6.83	3.91	57.2	—
	10	8.27	28.95	6.81	2.78	40.8	—
	11	8.18	29.97	6.78	2.00	29.5	—
	12	7.72	31.62	—	—	—	—
	13	6.80	31.82	—	—	—	0,133
	14	5.81	32.01	—	—	—	6,181
	14½	5.79	32.01	—	—	—	—
	15	5.83	32.00	—	—	—	17,673
	15¾	—	—	—	—	—	22,913

[1]) Рипасъ, Б. А. Смѣна водъ въ реликтовомъ озерѣ Могильномъ на островѣ Кильдинѣ. Извѣстія И. Русскаго Географическаго Общества. Т. XXXIII. 1897. Стр. 72.

Пробы воды, взятыя мною съ различныхъ глубинъ въ балоны Ру, хотя и были запаяны, но во время качки парохода нѣкоторые изъ нихъ лоппули, а поэтому полученныя при анализѣ цифровыя данныя о количествѣ сѣроводорода въ 1906 г. не достаточно цѣнны, чтобы ихъ приводить здѣсь.

Въ 1911 году 28 іюля опредѣленіе температуры было сдѣлано Клюге [1]):

Рис. 35.

Глубина въ 6 фут. саженяхъ.	t° воды.		t° воздуха.
поверхность	+15,1°Ц.		23°Ц.
3,5 саж.	13,1°		
4 „	12,1°		
4,5 „	8,45		
5,0 „	6,68		
5,5 „	5,94		
6,0 „	5,8		
6,5 „	6,1	теплая	
7,0 „	6,4	струя	
7,5 „	5,7		
8,0 „	5,5		
8,5 „	5,8		
9 саж. 1 ф.	5,4	илъ	

Существованіе теплой струи, какъ видно, подмѣчено всѣми наблюдателями (1898, 1906 и 1911); но ея не было въ 1901 г., насколько можно объ этомъ судить по даннымъ Книповича.

Что касается солености воды, то въ Могильномъ озерѣ мы видѣли слои воды съ различными удѣльными вѣсами, благодаря различному количеству растворенныхъ въ ней солей. Верхніе слои прѣсной воды образуютъ покрышку надъ удѣльно болѣе тяжелыми слоями соленой воды, содержащей сѣроводородъ. Разность въ плотности, лежащихъ другъ надъ другомъ слоевъ, исключаетъ почти совершенно существованіе вертикальной циркуляціи, движеніе веществъ можетъ идти только при помощи диффузіи, среда оказывается, кромѣ того, нечувствительной къ температурнымъ колебаніямъ, вслѣдствіе застоя воды.

Слои прѣсной воды играютъ роль почти герметически закупоривающей пробки, не позволяющей распространяться сѣроводороду въ верхніе слои озера [2]).

---

[1]) Зинова, Е. С. Водоросли Мурмана. Часть I. Введеніе. Зеленыя и красныя водоросли. Труды И. СПБ. Общества естествоиспытателей. Т. XLIII. 1912. Стр. 200—201.

[2]) Jegunow, M. Platten der roten und der δ—Schwefelbakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. IV. 1898. № 7. pag. 257.

Собственныя изслѣдованія.

Для выдѣленія сѣроводородныхъ бактерій изъ ила Сѣвернаго Ледовитаго океана мною были изслѣдованы пробы его, взятыя изъ Екатерининской гавани противъ зданія Мурманской Научно-Промысловой Экспедиціи, а такъ же, не разъ упоминавшійся уже, амфаретовый илъ взятый вблизи зданій Біологической Станціи И. С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей; помимо того изслѣдованъ былъ илъ, добытый у сѣверо восточнаго берега о. Кильдина, илъ со станціи 1380 (Югорскій шаръ) и со станціи 1403 (69° 04′ N 40° 16′E). Во всѣхъ упомянутыхъ мѣстахъ были найдены бактеріи, образующія сѣроводородъ изъ сѣрнокислыхъ солей, а также бактеріи, разлагающія бѣлковыя среды съ образованіемъ сѣроводорода. Что же касается пробъ, взятыхъ на станціяхъ 1354 (70° 30′ 30″ N 36° 38′ E) и 1356 (71° 48′ N 39° 00′ E), то бактерій, возстановляющихъ сѣрнокислыя соединенія, здѣсь мнѣ не пришлось констатировать, но были обнаружены бактеріи, образующія сѣроводородъ изъ бѣлковыхъ веществъ. Посѣвы иломъ со станціи 1364 (73′ N 48° E) оказались неудачны, а на станціяхъ 1366 (71° 48′ N 50° 29′ E), 1370 (70° 27′ N 42° 20′ E) и 1372 (69° 40′ N 34° 10′ E) грунтъ не могъ быть изслѣдованъ, такъ какъ не былъ захваченъ лотомъ. Если нанести на карту тѣ станціи и мѣста, гдѣ были обнаружены бактеріи, образующія сѣроводородъ изъ сѣрнокислыхъ соединеній или гдѣ былъ найденъ черный илъ, образованіе котораго, внѣ всякаго сомнѣнія, должно находиться въ зависимости отъ образованія сѣроводорода, то оказывается, что всѣ подобныя мѣста расположены вблизи береговъ Мурмана и Новой Земли. Въ открытомъ морѣ чернаго ила не удалось обнаружить. Можно думать поэтому, что сѣверные берега Европы въ свою очередь окружены отложеніемъ чернаго ила, подобно тому, какъ это наблюдалось у береговъ болѣе южныхъ частей всего материка [1]).

Въ водѣ Ледовитаго океана бактерій, возстановляющихъ сульфаты не оказалось, но зато было найдены многочисленныя бактеріи и кокки,

[1]) См. стр. 172—173 настоящаго труда.

образующіе сѣроводородъ въ присутствіи бѣлковыхъ веществъ, нѣкоторые изъ нихъ обладаютъ способностью, кромѣ того, возстановлять азотнокислыя соли и описаны мною въ главѣ о денитрифицирующихъ бактеріяхъ.

Бактеріи, образующія сѣроводородъ изъ бѣлковыхъ веществъ, были мною найдены на всѣхъ почти станціяхъ притомъ на разныхъ глубинахъ, какъ это видно изъ слѣдующей таблицы, такъ что, несомнѣнно, онѣ распространены въ довольно широкихъ предѣлахъ въ водѣ Сѣвернаго Ледовитаго океана:

Станція.	Мѣстонахожденіе.	Глубина въ метрахъ.
1354	70°30′30″ N.	0
	36°38′ E.	100
		175
		182 (илъ)
1356	71°48′ N.	0
	39°00′ E.	100
		370 (илъ)
1366	71°48′ N.	0
	50°29′ E.	100
1372	69°40′ N.	0
	34°10′ E.	175
	Екатерининская гавань.	Отъ 0—до дна.
1353	Могильное озеро.	Отъ 0—до дна.
1380	Югорскій шаръ.	илъ.
1403	69°04′ N.	илъ.
	40°16′ E.	—

Я уже указывалъ, что, кромѣ воды и ила изъ различныхъ мѣстъ океана, я изслѣдовалъ также воду, взятую изъ Могильнаго озера. Ясный запахъ сѣроводорода, подмѣченный уже раньше нѣсколькими изслѣдователями, совершенно опредѣленно указывалъ, что въ этомъ озерѣ происходитъ сѣроводородное броженіе.

Пробы воды озера я добывалъ съ лодки, которую волокомъ перетащили черезъ узкій валъ, отдѣляющій озеро отъ океана. На лодкѣ была установлена ручная лебедка со счетчикомъ, съ помощью ея въ озеро опущенъ былъ мой приборъ (рис. 1) для добыванія воды, а затѣмъ и батометръ.

Лодка была установлена на якорѣ въ самомъ глубокомъ мѣстѣ озера тамъ, гдѣ глубина его достигала 15³/₄ метра; пробы воды со всѣхъ глубинъ для бактеріологическаго изслѣдованія были взяты до начала

другихъ работъ, чтобы избѣжать тѣмъ самымъ, насколько это возможно, перемѣшиванія слоевъ воды. Только затѣмъ былъ опущенъ батометръ и взяты были пробы: для газоваго анализа, опредѣленія температуры воды, ея солености и т. п.

Тутъ же, въ лодкѣ на спиртовой горѣлкѣ балоны запаивались для дальнѣйшаго ихъ изслѣдованія въ лабораторіи на пароходѣ. Пробы воды брались изъ озера черезъ каждый метръ, начиная съ поверхности. Съ 12 метровъ изъ озера въ балоны стали попадать темныя хлопья, а на глубинѣ 13 метровъ вода въ балонѣ оказалась окрашенной въ розовый цвѣтъ со слегка коричневымъ оттѣнкомъ.

Такимъ образомъ, въ то время, какъ всѣ поверхностныя пробы воды отличались своей кристаллической прозрачностью, на глубинѣ 13 метровъ вода оказалась розовой, а дальше на глубинѣ 14 — 15³/₄ метровъ она хотя и была совершенно прозрачной, но въ ней попадались черныя хлопьевидныя образованія, принадлежащія пурпурнымъ бактеріямъ.

Черный вязкій илъ со дна, въ сильной степени отдававшій сѣроводородомъ, довершалъ картину. И такъ, приходилось прійти къ заключенію, что мѣстомъ образованія сѣроводорода являются глубины озера. Оттуда сѣроводородъ распространяется въ верхніе слои и здѣсь, на глубинѣ 13 метровъ, его дальнѣйшее распространеніе вверхъ задерживается окислительными пурпурными бактеріями, такъ какъ розовая вода была наполнена подвижными Chromatium.

Нельзя, конечно, думать, что въ такомъ бассейнѣ, какимъ является Могильное озеро, на опредѣленной глубинѣ всегда сохраняется одно и то же количество сѣроводорода одна и та же соленость. Всѣ ученые, изслѣдовавшіе Могильное озеро, не отрицаютъ того, что при сильныхъ вѣтрахъ громадныя океанскія волны могутъ перебрасываться черезъ сравнительно узкій песчаный валъ, отдѣляющій озеро отъ океана. Вода океана можетъ также просачиваться въ озеро въ большемъ или меньшемъ количествѣ черезъ тотъ же песчаный валъ.

Наконецъ, само собой разумѣется, притокъ прѣсной воды отъ тающаго снѣга или дождей изъ года въ годъ не одинаковъ [1]). Неодинаково, конечно, зависящее отъ цѣлаго ряда факторовъ, развитіе микроорганизмовъ, а слѣдовательно неодинаково и образованіе сѣроводорода.

Всѣ эти факторы, въ той или другой степени, вліяютъ на соленость воды, на количество сѣроводорода и, естественно, отодвигаютъ вверхъ или внизъ границу его распространенія, а слѣдовательно и нуждающихся въ немъ пурпурныхъ бактерій.

---

[1]) Cp. Schmidt, C. Hydrologische Untersuchungen LI. Süsswasser See der Insel Kildin. Sitzungsb. Naturforscher-Gesellschaft. Bd. IX. 1891. l. c.

Могильное озеро чрезвычайно бѣдно какими бы то ни было организмами [1]); при поискахъ за ними драга обыкновенно не приносила ничего, кромѣ органическихъ остатковъ, на что указывалъ уже въ свое время Книповичъ; все же въ илу массами встрѣчаются діатомовыя и ціановыя водоросли. Такимъ образомъ количество мертваго органическаго вещества, не всегда одинаковое, не можетъ, въ свою очередь, не влiять на условія благопріятствующія дѣятельности бактерій, образующихъ сѣроводородъ и такимъ образомъ отражаться на распредѣленіи въ озерѣ организмовъ.

Я уже указывалъ, что количественнаго опредѣленія бактерій въ водѣ или илѣ я систематически не производилъ, не имѣя возможности сдѣлать это на мѣстѣ и не придавая въ то же время этому опредѣленію большого значенія, такъ какъ такое опредѣленіе, какъ само собой понятно, даетъ почти исключительно колоніи самыхъ обыкновенныхъ формъ и отнюдь не даетъ, хотя бы приблизительнаго, представленія объ общемъ числѣ бактерій, находящихся въ данный моментъ въ водѣ. Однако въ нѣсколькихъ случаяхъ мнѣ пришлось сдѣлать по общепринятому методу количественное опредѣленіе бактерій въ желатиновыхъ разливкахъ и я убѣдился, что число формъ изъ ила, развивающихся на рыбной желатинѣ, въ анаэробныхъ условіяхъ не велико, такъ какъ при посѣвѣ 0,5 гр. ила развивалось въ чашкахъ Петри не болѣе 5—7 колоній; зато въ посѣвахъ изъ воды въ аэробныхъ условіяхъ картина получалась другая: чашка Петри съ желатиной уже черезъ сутки содержала множество колоній: бактерій, Aktinomyces и плѣсневыхъ грибковъ.

Для выдѣленія бактерій изъ ила я пользовался, чтобы добыть илъ со дна, какъ уже объ этомъ говорилъ, лотомъ Брейтфуса. Цилиндрическій, довольно длинный образецъ ила, я выталкивалъ изъ трубки шомполомъ, проведеннымъ надъ пламенемъ спиртовой горѣлки, въ стерилизованный цилиндръ, временно закрытый стерилизованной же ватной пробкой (пробка эта замѣнялась затѣмъ обыкновенной корковой пробкой, лежавшей въ спирту и затѣмъ обожженной). Для посѣва я вынималъ образецъ грунта прокаленнымъ пинцетомъ въ стерилизованную чашку или Коха или Петри. Въ чашкѣ, подъ слегка приподнятой ея крышкой, не трудно было взять изъ образца ила, снявъ прокаленнымъ платиновымъ шпателемъ верхній слой его, небольшое количество матеріала, вполнѣ достаточное для посѣва.

[1]) Фаусекъ, В. А. Озеро съ морской фауной (Relicten-See) на островѣ Кильдинѣ, въ Ледовитомъ океанѣ. Вѣстникъ Естествознанія. 1890. Стр. 337.

Въ качествѣ питательной среды я воспользовался заранѣе заготовленными средами:

Мясопептонная желатина:

Пептонъ	1 гр.
Мясной экстрактъ Либиха. . . .	0,5 „
Желатина	10 „
Дестиллированная вода.	100 кс.

Бульонъ изъ Mytilus:

Для приготовленія этого бульона мною были на берегу собраны ракушки Mytilus и изъ нихъ, совершенно свѣжихъ, приготовленъ былъ отваръ на морской водѣ; отваръ былъ разбавленъ затѣмъ на половину прѣсной водой и къ нему прибавлено, по расчету, 0,5% пептона. Такой бульонъ, доведенный до слабо-щелочной реакціи, оказался вообще прекрасной средой для развитія бактерій изъ полусоленныхъ зонъ Могильнаго озера.

Рыбный агаръ:

Приготовлялся изъ бульона полученнаго изъ 250 гр. свѣже пойманной трески въ 1 литрѣ морской воды. Къ 100 к. с. бульона прибавлено 0,5 гр. пептона и 1,5 гр. агара. Реакція слабо щелочная.

Рыбная желатина:

Приготовленъ рыбный бульонъ на морской водѣ (200 гр. рыбы на 1 литръ воды), прибавлено 0,5% пептона и 10% желатины.

Эта среда примѣнялась для культуры бактерій изъ слоевъ воды имѣвшихъ соленость больше 3%.

Среда для бактерій возстановляющихъ сульфаты:

Морской воды	100 к. с.
Аспарагину	0,25 гр.
Молочнокислаго желѣза . . .	0,1 „
Сѣрнокислой магнезіи	0,2 „
Фосфорнокислаго калія	0,2 „
Углекислаго натрія	0,25 „

Эта среда была составлена согласно указаніямъ Бейеринка [1]), въ составъ ея только не вошелъ пептонъ, какъ вещество, способствующее развитію всевозможныхъ другихъ бактерій.

---

[1]) Beyerinck, M. W. Le Spirillum desulfuricans, agent de la réduction des sulfates. Arch. néerland. des sciences exactes et naturelles. T. XXIX. 1896.

Нѣсколько пробирокъ или колбочекъ, наполненныхъ указанными средами, были засѣяны водой изъ балоновъ въ тотъ же самый день, когда пробы были взяты изъ озера (черезъ 2—3 часа). При чемъ водой съ глубинъ въ 1—10 метровъ были засѣяны преимущественно мясопептонная желатина и, вообще, среда безъ морской соли, такъ какъ и вода изъ озера до глубины въ 6 метровъ имѣла соленость всего= =0,34%, только, начиная съ 6 метровъ глубины, ея соленость сразу значительно возросла, какъ это видно изъ вышеприведенной таблицы, (съ 1,2% до 2,8% на глубинѣ 10 метровъ). Поэтому, пробами воды съ этой послѣдней глубины были сдѣланы посѣвы, какъ на рыбный агаръ, такъ и на бульонъ изъ Mytilus съ соленостью=1,5, —2%. Начиная же съ глубины въ 13 метровъ, т. е. съ глубины, гдѣ сѣроводородъ уже явственно давалъ себя чувствовать, были сдѣланы посѣвы на среду, спеціально приготовленную для культивированія бактерій, возстановляющихъ сульфаты. Слѣдовательно, за развитіемъ тѣхъ бактерій, которыя вообще способны были развиваться на перечисленныхъ средахъ, наблюденіе могло вестись сейчасъ же послѣ посѣва уже во время рейса на пароходѣ, хотя надо сказать, что условія для быстраго развитія бактерій были здѣсь не особенно благопріятны, такъ какъ культуры оставались стоять въ судовой лабораторіи при температурѣ близкой къ 10° С.

При посѣвахъ было обращено вниманіе на то, чтобы изъ каждой пробы воды было засѣяно возможно большее число сосудовъ съ разнообразными питательными средами.

Развитіе бактерій въ культурахъ было подмѣчено уже на второй день послѣ посѣва. Первые сосуды, въ которыхъ появилось развитіе, были или съ мясопептонной желатиной или съ бульономъ изъ Mytilus. Первыми появились бактеріи изъ верхнихъ слоевъ озера. Въ нѣкоторыхъ изъ пробирокъ съ мясопептонной желатиной сразу было подмѣчено сильное разжиженіе желатины, тогда какъ въ другихъ пробиркахъ съ той же желатиной въ посѣвахъ изъ той же пробы воды разжиженіе вообще не наступило. Это обстоятельство наводило на мысль, что въ водѣ озера сравнительно не много (качественно) бактерій и въ 1 куб. сант. можетъ встрѣтиться, иногда, одинъ какой нибудь видъ или группа однородныхъ микроорганизмовъ (не разжижающихъ напр. желатины). Сравнительная бѣдность верхнихъ слоевъ воды бактеріями была подтверждена прямымъ счетомъ числа колоній въ 1 куб. сант.

Такъ какъ изслѣдованіе бактерій, образующихъ сѣроводородъ, велось по одному и тому же методу, какъ съ матеріаломъ изъ Могильнаго озера, такъ и съ матеріаломъ изъ Екатерининской гавани и Ледовитаго океана; развитіе бактерій происходило то же одинаково, то все, что мною будетъ говориться дальше о формахъ, общихъ для

этихъ бассейновъ, представляетъ собой сумму наблюденій надъ ними независимо отъ мѣста сбора. Подмѣченныя уклоненія будутъ, конечно, указаны.

По возвращеніи въ Петербургъ были приготовлены новыя среды и въ нихъ сдѣланы пересѣвы.

Для культуры Microspira въ жидкой средѣ я пользовался чаще всего склянками въ 100 к. с. причемъ поступалъ слѣдующимъ образомъ: наполнялъ ихъ до половины или же до $^2/_3$ питательной средой, горлышко затыкалъ ватной пробкой и въ такомъ видѣ стерилизовалъ ихъ до 0,5 атмосферы въ теченіе 15—20 минутъ. Соотвѣтствующія, хорошо пришлифованныя стеклянныя пробки я заворачивалъ въ фильтровальную бумагу и стерилизовалъ отдѣльно сухимъ жаромъ до 150° въ теченіе 1 часа. Посѣвъ ила производилъ или платиновымъ шпателемъ или стеклянной палочкой, проведенными надъ пламенемъ газовой горѣлки. Затѣмъ, обжегши ватную пробку и горлышко двухъ склянокъ, я переливалъ среду почти надъ самымъ пламенемъ горѣлки изъ одной склянки въ другую, чтобы наполнить ее вплоть до пробки, затѣмъ сейчасъ же, вынувъ пробку изъ бумаги и проведя ее надъ пламенемъ, закупоривалъ склянку. Кромѣ того, почти всегда, погружалъ горлышко склянки съ пробкой въ кипящій парафинъ. Въ такихъ условіяхъ развитіе Microspira происходило наиболѣе успѣшно. Всѣ эти предосторожности приходилось принимать, такъ какъ Бейеринкъ говоритъ, что Microspira развивается только тогда, когда въ сосудѣ гдѣ должна развиться Microspira, нѣтъ кислорода, т. е. когда склянка вся заполнена питательной средой или когда въ ней развиваются и другіе микроорганизмы, поглощающіе кислородъ, т. о. получается впечатлѣніе, что Бейеринкъ считаетъ Microspira за организмъ облигатно анаэробный. Собственно говоря, другой изслѣдователь такъ бы и характеризовалъ этотъ организмъ. По взгляду же высказанному Бейеринкомъ строгаго анаэробіоза не существуетъ: „il n'existe pas d'organismes anaérobies dans le sens strict du mot“! И вотъ поэтому Бейеринкъ, какъ своего рода компромиссъ, признаетъ достаточнымъ для развитія подобныхъ организмовъ—строго анаэробныхъ—присутствіе кислорода, соединеннаго съ протоплазмой бактерiей; изъ питательной среды, говоритъ онъ, невозможно удалить послѣдніе слѣды свободнаго кислорода „sans l'intervention des microbes eux-mêmes“, такимъ образомъ Microspira, съ этой точки зрѣнія, является анаэробнымъ организмомъ лишь относительно, но несомнѣнно, что въ настоящее время взглядъ на анаэробные организмы вообще нѣсколько иной, чѣмъ былъ во времена Пастера, когда отсутствіе кислорода принималось чуть не въ буквальномъ смыслѣ слова.

Въ томъ случаѣ, когда надъ питательной средой въ склянкѣ оставлено подъ пробкой нѣкоторое количество воздуха, картина будетъ иная, чѣмъ тогда, когда средой склянка заполнена до самой пробки.

Въ первомъ случаѣ на поверхности появляется буроватая или бѣлая пленка, жидкость слегка мутнѣетъ, а на днѣ, а потомъ и на стѣнкахъ сосуда, появляется сначала бѣловатый, впослѣдствіи чернѣющій хлопьевидный налетъ (рис. 36). Въ такомъ сосудѣ можно найти, въ особенности въ первыхъ посѣвахъ, разнообразныя формы бактерій. Совершенно другое въ послѣднемъ случаѣ — здѣсь нѣтъ пленки, среда остается прозрачной, иногда въ ней появляется весьма слабая муть, а затѣмъ на днѣ начинаетъ откладываться черный хлопьевидный осадокъ. Въ общемъ, въ такихъ сосудахъ образованіе сѣроводорода запаздываетъ и появляется иногда, много позже, чѣмъ въ одновременно сдѣланныхъ посѣвахъ въ сосудѣ съ небольшимъ количествомъ воздуха. Въ этихъ сосудахъ черный осадокъ на днѣ и хлопья его на стѣнкахъ появляются раньше и долѣе замѣтны—все говоритъ о томъ, что здѣсь условія благопріятствуютъ процессу въ томъ отношеніи, что бактеріи пленки поглощаютъ кислородъ изъ питательной среды и тѣмъ способствуютъ развитію организмовъ, возстановляющихъ сульфаты. Получить чистую культуру Microspira изъ этого сосуда съ развившимися въ немъ аэробными формами много труднѣе, требуя ряда пересѣвовъ. И только, говоря словами Бейеринка: „du moment que la vie bactérienne, favorisée par une forte proportion de substances organiques, réduit à rien la teneur de l'eau en oxygène, la réduction des sulfates commence à s'accomplir en grand“ [1]) только тогда можно уже надѣяться, что организмы, возстанавливающіе сульфаты, получатъ возможность развиваться.

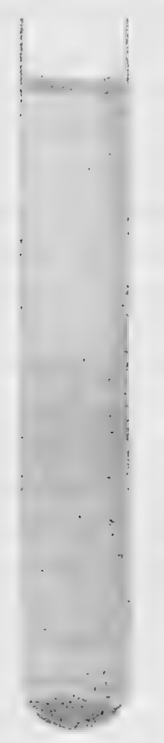


Рис. 36. Образованіе чернаго осадка сѣрнистаго желѣза въ неочищенныхъ еще культурахъ Microspira aestuarii и аэробныхъ видовъ бактерій.

При стерилизаціи питательной среды на дно сосуда выпадаетъ болѣе или менѣе обильный бѣлый осадокъ фосфорнокислыхъ солей (желѣза). Начало возстановительнаго процесса замѣтнѣе прежде всего въ этомъ осадкѣ, который начинаетъ постепенно чернѣть; почернѣніе распространяется изъ какого нибудь одного мѣста осадка, если посѣвъ былъ сдѣланъ небольшимъ кусочкомъ желатины или агара съ заключенной въ немъ колоніей Microspira. Въ концѣ концовъ, постепенно, весь осадокъ представляетъ хлопьевидную черную массу, дающую

[1]) Beyerinck, Le Spirillum desulfuricans, l. c. pag. 250.

иллюзію черпаго ила. Вскорѣ затѣмъ черный налетъ покрываетъ стѣнки сосуда. Если культура содержитъ, кромѣ Microspira, еще другую форму (палочковидную), то отложеніе сѣрнистаго желѣза какъ бы концентрируется въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эта палочка образуетъ налетъ [1]).

Пересѣвы изъ склянки въ склянку велись мною такимъ образомъ, что сначала дѣлался посѣвъ большимъ количествомъ ила въ первую склянку. Въ культурѣ появлялась муть, на поверхности среды, если въ склянкѣ былъ оставленъ воздухъ, появлялась пленка, жидкость принимала иногда мутный опалесцирующій видъ. Изъ этой склянки дѣлался пересѣвъ пипеткой тогда, когда на днѣ или на стѣнкахъ появлялся черный хлопьевидный налетъ сѣрнистаго желѣза.

Послѣ повторныхъ 5—8 пересѣвовъ культура чаще всего состояла изъ маленькаго вибріона, спириллы, палочки и кокка, который, какъ совершенно вѣрно замѣтилъ Бейеринкъ, является постояннымъ спутникомъ Microspira aestuarii [2]). Роль этихъ спутниковъ заключается въ поглощеніи кислорода для созданія анаэробныхъ условій, столь необходимыхъ для возстановительнаго процесса.

Трудность полученія чистой культуры Microspira въ томъ и заключается, что клѣтки Microspira, Micrococcus и палочки представляютъ чаще всего трудно раздѣлимый комочекъ, въ которомъ, среди перепутанныхъ клѣтокъ-завитковъ Microspira включены клѣтки Micrococcus. Поэтому полученіе чистой культуры путемъ систематическихъ пересѣвовъ (фракціонированіемъ)—дѣло случая. Можно получить чистую культуру послѣ 3 пересѣвовъ (какъ мнѣ это, однажды, удалось) а иногда приходится дѣлать безконечное число пересѣвовъ безъ всякаго результата. Нѣсколько иначе обстоитъ дѣло съ полученіемъ чистыхъ культуръ Microspira, если прибѣгнуть къ твердымъ средамъ, но объ этомъ я буду говорить дальше.

Если разсматривать подъ микроскопомъ тотъ черный осадокъ, который образуется обыкновенно въ большомъ количествѣ на днѣ сосудовъ со средой Ванъ-Дельдена, то видъ его почти всегда одинъ и тотъ же. Сначала довольно трудно разобрать изъ чего, собственно, состоитъ этотъ осадокъ, но всмотрѣвшись въ него, можно убѣдиться, что главную его массу составляютъ скопленія бактерій, связанныхъ и какъ бы склеенныхъ между собой такъ, что всѣ онѣ представляютъ довольно трудно раздѣляемую черную массу. Среди тѣлъ бактерій, пронизывая скопленія ихъ по разнымъ направленіямъ, видны длинные, узкіе иглообразные кристаллы. Если на такой черный осадокъ подѣйствовать слабой соля-

[1]) Исаченко, Б. Л. Объ отложеніи сѣрнистаго желѣза внутри бактерій. Извѣстія И. СПБ. Бот. сада. 1912.

[2]) Beijerinck, Phénomènes de réduction. l. c. pag. 143.

ной кислотой [1]), то можно замѣтить, какъ черная масса, состоящая изъ отложенія сѣрнистаго желѣза, быстро, почти сразу растворяется, одновременно съ этими растворяются и иглообразные кристаллы.

Тогда легко уже разсмотрѣть, что сѣрнистое желѣзо не только осаждалось на поверхности тѣлъ бактерій, образуя какъ бы окрашенныя черныя зооглеи, но оно проникало даже внутрь тѣла бактерій и здѣсь внутри клѣтокъ образовало отложенія сѣрнистаго желѣза въ видѣ черныхъ крупинокъ (не успѣвшихъ еще раствориться отъ дѣйствія соляной кислоты, но потомъ растворяющихся такъ же какъ и вся окружающая бактерій масса сѣрнистаго желѣза) или же въ видѣ чернаго отложенія, сплошь заполняющаго всю клѣтку. Что касается самого скопленія бактерій, то обыкновенно видна смѣсь комковъ Microspira и палочкообразныхъ организмовъ, при чемъ большею частью преобладаетъ длинная палочка, достигающая 4—5 μ. длины съ закругленными концами, въ чистыхъ культурахъ черныя скопленія состоятъ изъ клѣтокъ Microspira, длина которой 1,2 μ. и ширина 0,6 μ.

Отложенія сѣрнистаго желѣза внутри еще подвижныхъ, а стало быть живыхъ клѣтокъ, я наблюдалъ неоднократно и, мнѣ кажется, что въ культурахъ оно повторяется какъ правило.

Бейеринкъ [2]), описывая найденную имъ Microspira (Spirillum) desulfuricans говоритъ, что наблюдалъ однажды спириллу „которая въ живомъ и подвижномъ состояніи отложила внутри тѣла зернышки сѣрнистаго желѣза“. Робертъ Кохъ [3]) это явленіе наблюдалъ еще раньше и отмѣтилъ его, какъ свойство особой Spirillum leucomelaenum [4]).

Въ моихъ культурахъ явленіе отложенія сѣрнистаго желѣза повторялось постоянно и подъ микроскопомъ вскорѣ послѣ посѣва, когда образованіе чернаго осадка въ жидкости, бывшей дотолѣ совершенно прозрачной, начинало дѣлаться замѣтнымъ, можно было наблюдать множество еще подвижныхъ палочекъ или слегка изогнутыхъ запятыхъ (Microspira) внутри которыхъ, въ центрѣ тѣла, находилось одно или нѣсколько черныхъ крупинокъ сѣрнистаго желѣза; съ возрастомъ культуры, когда черный осадокъ увеличивался тогда въ немъ можно

---

[1]) Азотная и сѣрная кислота также растворяютъ осадокъ, но уксусная кислота на него не дѣйствуетъ.

[2]) Beyerinck, Ueber Spirillum desulfuricans als Ursache von Sulfatreduction. Centr. f. Bact. 2 Abt. 1895. Bd. I. pag. 112.

[3]) Koch, R. Zur Untersuchung von pathogenen Organismen. Mitteilungen a. d. Kais. Gesundheitsamt. Bd. I. 1881. pag. 48. и Tabl. XIII. 78.

[4]) Заслуживаетъ упоминанія, что Кохъ указываетъ на Перти (Perty, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen. 1852) какъ на наблюдавшаго организмъ, тождественный съ Spirillum leucomelaenum, однако, ссылка его на Перти (XV, fig. 31) не могла быть подтверждена Бейеринкомъ, который указываетъ, что у Перти нѣтъ подобнаго организма.

было найти совершенно черныя клѣточки, въ которыхъ слѣдовательно все клѣточное содержимое было пропитано все тѣмъ же сѣрнистымъ желѣзомъ. Дальнѣйшее увеличеніе осаждающагося сѣрнистаго желѣза сказывалось въ томъ, что масса бактерій увеличивалась и покрывалась сплошнымъ налетомъ, совершенно скрывающимъ строеніе и форму отдѣльныхъ клѣтокъ. Такимъ образомъ отложеніе сѣрнистаго желѣза происходитъ не только внутри клѣтокъ бактерій [1]), развивающихся совмѣстно съ Microspira, но и внутри клѣтокъ самой Microspira, какъ это было однажды подмѣчено Бейеринкомъ [2]).

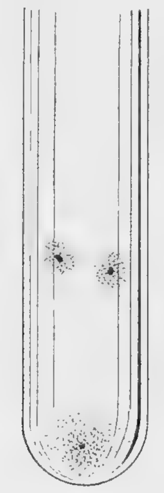
Послѣ повторныхъ пересѣвовъ въ жидкой средѣ для полученія чистыхъ культуръ, (помимо культуръ въ высокомъ слоѣ агара или желатины, о которыхъ будетъ сказано дальше), мною примѣнялся еще слѣдующій способъ для полученія колоній Microspira: я бралъ стеклянныя трубки (діаметромъ 2 м/м.) длиной въ 0,5—1 метръ, одинъ конецъ вытягивалъ и запаивалъ, а на другомъ концѣ трубки, заткнутомъ ватной пробкой, дѣлалъ легкій перехватъ, нѣсколько растягивая трубку въ этомъ мѣстѣ, такъ что ее легко можно было въ случаѣ надобности въ этомъ мѣстѣ въ свою очередь запаять. Простерилизовавъ трубки, заткнутыя ватной пробкой, я надламывалъ оттянутый кончикъ, проводилъ быстро этотъ конецъ трубки надъ пламенемъ и затѣмъ погружалъ въ пробирку съ жидкимъ агаромъ или желатиной, въ которомъ только что передъ этимъ была размѣшана культура съ Microspira и сопутствующими формами. Быстро втянувъ насасываніемъ агаръ (желатину) въ трубку, я запаивалъ оттянутый конецъ и перехватъ трубки,—такимъ образомъ бактеріи могли развиваться въ средѣ почти или даже совсѣмъ не содержащей воздуха. Въ термостатѣ въ такой трубкѣ довольно скоро (къ концу недѣли) появлялись небольшія черныя колоніи съ болѣе темнымъ центромъ. Черная окраска распространялась по агару дальше, окрашивая трубку въ черный цвѣтъ, что служило почти всегда вѣрнымъ признакомъ развивающейся Microspira. Надрѣзавъ трубку въ нужномъ мѣстѣ, легко было, захвативъ колонію цѣликомъ съ агаромъ, получить культуры въ жидкой средѣ. Этотъ способъ имѣетъ нѣкоторыя преимущества передъ пробирками, создавая болѣе подходящія условія для развитія Microspira и позволяя получить сразу нѣсколько колоній для посѣва. Такую трубку легко было разсматривать при слабыхъ увеличеніяхъ подъ микроскопомъ и слѣдить за появленіемъ колоній. Желатину Microspira не разжижаетъ, но, хотя съ желатиной удобнѣе работать, чѣмъ съ агаромъ, я все же прибѣгалъ къ агару въ тѣхъ слу-

---

[1]) Исаченко, Объ отложеніи сѣрнистаго желѣза, l. c.
[2]) Beyerinck, Le Spirillum desulfuricans, l c. pag. 272.

чаяхъ, когда опытъ желательно было ускорить помѣщеніемъ трубки съ Microspira въ термостатъ при 25—30°.

Въ высокихъ слояхъ желатины или агара въ пробиркахъ развиваются многочисленныя и разнообразныя колоніи, среди нихъ встрѣчаются колоніи, которыя быстро чернѣютъ, изъ чего можно заключить, что онѣ въ состояніи образовать сѣроводородъ. Такія колоніи не принадлежатъ, однако, какъ это указывалъ еще Бейеринкъ, организму, возстанавливающему сульфатъ, хотя послѣдній, въ свою очередь, образуетъ такія же точно черныя колоніи. Различіе между ними въ томъ, что колоніи бактерій, возстанавливающихъ сульфаты, не только сами чернѣютъ, но и желатина (или агаръ) въ пробиркѣ или трубкѣ во всей своей толщинѣ принимаетъ постепенно черный непрозрачный видъ, такъ что вся пробирка оказывается какъ бы наполненной черной желатиной. Другія формы, хотя тоже образуютъ черныя колоніи, но почернѣнія всей желатины совершенно не наблюдается. Колонія, достигнувъ величины меньшей булавочной головки, чернѣетъ и остается мало измѣняясь въ размѣрахъ и почти не разростаясь и не вызывая почернѣніе желатины. Это почернѣніе колоніи обязано, конечно, образуемому микроорганизмомъ сѣроводороду, происхожденіе же этого сѣроводорода обязано не сульфатамъ, а сѣрѣ желатины и сѣрнистымъ соединеніямъ тѣла самихъ бактерій.


Рис. 37. Колоніи Microspira aestuarii въ первые дни развитія.

Посѣвы, сдѣланные изъ этихъ колоній на среду Ванъ-Дельдена для бактерій возстанавляющихъ сульфаты, остаются безъ результата—образованія сѣроводорода не наблюдается. Въ илу встрѣчаются нѣсколько видовъ бактерій, образующихъ подобныя черныя колоніи, чаще всего мнѣ встрѣчалась небольшая, сравнительно съ длиной, толстая палочка и длинная тонкая палочка, которую я полагаю возможнымъ отождествить съ Aerobacter Бейеринка.

Ранкъ [1]) указываетъ, что для отличія бактерій, возстановляющихъ сульфатъ отъ другихъ бактерій, тоже образующихъ сѣроводородъ, лучшее средство сдѣлать посѣвъ на среду Ванъ-Дельдена. Я, на основаніи своего опыта, могу вполнѣ это подтвердить. Какъ для опредѣленія патогенныхъ формъ, подспорьемъ, облегчающимъ опредѣленіе, является зараженіе культурами животныхъ, такъ въ данномъ случаѣ повѣрочный посѣвъ на среду для бактерій, возстановляющихъ сульфатъ является діагностическимъ признакомъ.

[1]) Rank, A. Beiträge zur Kenntnis der sulfatreduzierenden Bakterien. l. c. pag. 41.

Въ молодыхъ культурахъ Microspira развиваются небольшіе вибріоны, количество которыхъ не велико, такъ что въ препаратѣ ихъ не легко найти (рис. 38). Съ возрастомъ культуры размѣры вибріоновъ въ длину нѣсколько увеличиваются: появляются спириллы, состоящія изъ нѣсколькихъ изгибовъ. Размѣры организма въ это время слѣдующіе: длина 1,2 μ., ширина 0,6 μ., длина завитка 2 μ., вышина завитка 0,8 μ. Число завитковъ различно, но въ среднемъ 2—3. Въ чистыхъ культурахъ я не получалъ организмовъ съ большимъ числомъ завитковъ, но въ смѣшанныхъ культурахъ попадались довольно длинныя спириллы, относительно которыхъ я затрудняюсь сказать, являются ли онѣ формами, можетъ быть, инволюціонными Microspira или же принадлежатъ другому организму, развивающемуся одновременно съ Microspira (рис. 40). Еще въ болѣе старыхъ культурахъ, когда среда содержитъ большія количества сѣроводорода, появляются инволюціонныя формы и въ этой стадіи нельзя уже найти характерныя клѣтки вибріона.

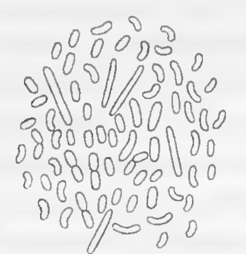


Рис. 38. Microspira aestuarii изъ культуры въ смѣси съ другими бактеріями. Ув. 1000.

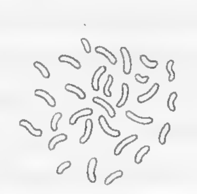


Рис. 39. Microspira aestuarii изъ колоніи. Ув. 1000.



Рис. 40. Spirillum (?) и Microspira aestuarii. Ув. 1000.

Вибріонъ мало подвиженъ, по крайней мѣрѣ въ препаратѣ первое время почти нѣтъ подвижныхъ формъ, но потомъ онѣ появляются.

Дѣлая препаратъ изъ черной колоніи и разсматривая его подъ микроскопомъ, можно подмѣтить, что спириллообразный организмъ, собранный какъ бы въ плотные комки, лишенъ способности двигаться, это первое впечатлѣніе длится не долго: скоро удается замѣтить, то здѣсь, то тамъ отдѣльныя подвижныя клѣтки и, наконецъ, всѣ вибріоны какъ бы оживаютъ. Такое отношеніе со стороны анаэробнаго организма къ воздуху кажется непонятнымъ и я сперва былъ увѣренъ, что имѣю дѣло съ другой формой—аэробной, но, убѣдившись, что ошибки здѣсь нѣтъ и что это та же форма, образующая сѣроводородъ, долженъ былъ согласиться съ объясненіемъ Бейеринка, что движеніе въ данномъ случаѣ вынужденное, вызванное неблагопріятными условіями вслѣдствіе проникнія въ препаратъ воздуха и что „ces bactéries ne se meuvent pas quand les conditions vitales sont favorables“ [1]).

[1]) Beyerinck, Le Spirillum desulfuricans, l. c. pag. 268.

По Граму Microspira не окрашивается. Карболовымъ фуксиномъ окрашивается, но среди другихъ формъ изъ той же культуры, кажется, всегда слабѣе окрашенной.

Развивается она при температурахъ 15—30° Ц., быстрѣе всего при 25°. Что касается низкихъ температуръ, то надо признать, что ея развитіе происходитъ и при значительно болѣе низкихъ температурахъ, въ этомъ меня убѣждаетъ широкое распространеніе ея въ илу, какъ Могильнаго озера, такъ и Ледовитаго океана. За это говорили не только тѣ картины, которыя можно наблюдать, разсматривая илъ подъ микроскопомъ, но такъ же подтверждали это посѣвы иломъ—всегда дававшіе положительные результаты, если только все было сдѣлано lege artis. У меня нѣтъ никакихъ основаній сомнѣваться въ томъ, что значеніе Microspira въ образованіи чернаго ила у береговъ Новой Земли не такое же, какъ и въ Екатерининской гавани. Несомнѣнно, однако, что при низкихъ температурахъ, свойственныхъ этимъ водамъ, развитіе самаго микроорганизма и образованіе продуктовъ его жизнедѣятельности должно имѣть совершенно иной темпъ, не свойственный культурамъ при оптимальныхъ условіяхъ. Судить, даже приблизительно, о быстротѣ процесса въ природѣ по опытамъ, производимымъ въ лабораторной обстановкѣ, трудно или скорѣе—даже не возможно. При выводахъ маштабъ долженъ быть другой, я сказалъ бы—геологическій. Шести мѣсяцевъ въ моемъ опытѣ было мало, чтобы подмѣтить развитіе Microspira въ культурѣ, стоявшей въ холодномъ помѣщеніи (съ октября по апрѣль), но въ томъ, что микроорганизмъ при этомъ не погибъ, можно было убѣдиться по начавшемуся образованію сѣроводорода, внеся культуру въ лабораторію.

Бейеринкъ говоритъ, что въ культурахъ (не чистыхъ) образованіе сѣроводорода Microspira наблюдалось у него при 12° Ц. [1]).

Надсонъ, изслѣдуя зимой процессъ сѣроводороднаго броженія въ одномъ изъ Славянскихъ озеръ, говоритъ, что подъ льдомъ жизнь не замерла и процессы (а въ томъ числѣ и сѣроводородное броженіе) шли своимъ чередомъ [2]). Работы послѣдняго времени имѣютъ тенденцію показать, что зимніе холода и даже промерзаніе почвы не только не останавливаютъ развитіе почвенныхъ бактерій, но даже какъ бы повышаютъ общее ихъ число [3]).

Въ сосудахъ со средой Ванъ-Дельдена, засѣянныхъ иломъ, развивалось, какъ я говорилъ уже, нѣсколько формъ и число ихъ было тѣмъ больше, чѣмъ больше воздуха было оставлено надъ жидкостью.

---

[1]) Beyerinck, Le Spirillum desulfuricans, l. c. pag. 254.
[2]) Надсонъ, Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели. l. c. стр. 5.
[3]) См. литература: Исаченко, Б. Л. О бактеріяхъ «вѣчной мерзлоты». Извѣстія Имп. СПБ. Ботанич. Сада. 1912.

Среди развивавшихся бактерій попадалось множество спириллъ, которыя образовали сплошную пленку, если только въ сосудѣ подъ жидкостью былъ оставленъ воздухъ. Тѣ же самыя спириллы, въ комкахъ или въ видѣ отдѣльныхъ клѣтокъ, попадались и на днѣ сосудовъ, куда онѣ, очевидно, попадали съ поверхности жидкости, гдѣ ихъ развитіе шло лучше всего.

Размѣры спириллъ въ длину были самые различные, приблизительно отъ 5 μ. до 15 μ. Ширина ихъ была 0,9 μ. × 0,4 μ, длина одного завитка 1—1,2 μ.

Наблюдая за этими спириллами, видя, какъ онѣ развиваются на поверхности жидкости среди капель сѣры, не могло не прійти на память наблюденіе Егунова [1]) надъ спириллами изъ Одесскихъ лимановъ. Размѣры спириллъ Егунова были нѣсколько иные (длина 2 — 3,6 μ., ширина 0,4 — 0,5 μ, иногда длина достигаетъ до 14 — 20 μ.); тѣ спириллы, которыхъ мнѣ пришлось наблюдать въ культурахъ, весьма вѣроятно, довольно близки спирилламъ Егунова, возможно, что онѣ съ ними даже тождественны. Я предлагаю назвать этихъ спириллъ Spirillum Egunowi (Egunow) mihi. Въ закупоренныхъ сосудахъ Spirillum Egunowi собирался на поверхности жидкости, образуя здѣсь скопленіе въ видѣ облака, когда же стеклянная пробка была замѣняема ватной, то облако, состоящее изъ спириллъ распространялось по всему сосуду. Стоило опять закрыть сосудъ стеклянной пробкой, какъ спириллы снова, по преимущественно, собирались ближе къ поверхности. Все это указываетъ на аэробный характеръ организма. Въ тѣхъ сосудахъ, въ которыхъ образованіе сѣроводорода шло особенно энергично, и во всѣхъ старыхъ культурахъ спирилла совершенно отсутствовала, подавленная въ своемъ развитіи образовавшимся сѣроводородомъ. Въ тѣхъ случаяхъ, когда я помѣщалъ илъ Могильнаго озера въ высокіе цилиндры (0,5—0,75 м. въ вышину) или стекляныя трубки (1 м. въ вышину), наблюдалось появленіе высоко надъ иломъ облака, въ которомъ среди другихъ организмовъ были и спириллы. Иногда это облако держалось подъ поверхностью среды (на глубинѣ 2—3 сант.), но чаще ближе къ серединѣ цилиндра, напоминая картины, хорошо извѣстныя по описанію Егунова. Такимъ образомъ, тѣ же организмы, что были обнаружены на югѣ, давали аналогичныя картины съ матеріаломъ, собраннымъ на дальнемъ сѣверѣ.

Кромѣ спириллъ, которыя въ культурахъ, обыкновенно, исчезали, а въ старыхъ культурахъ совершенно не находились, попадались и другія бактеріи: чаще всего и дольше всего держались двѣ палочки: одна

[1]) Егуновъ, М. А. Сѣробактеріи Одесскихъ лимановъ. Архивъ біологическихъ наукъ. Т. III. 1895. Стр. 385.

длинная, а другая толще и короче. Длинная палочка весьма подвижна, въ ней находятся 1—4 блестящія крупинки, а въ болѣе старыхъ культурахъ черныя крупинки сѣрнистаго желѣза. Длина подвижной палочки 2,5—3 μ., двойныхъ палочекъ 5 μ., ширина 0,75 μ. Въ средѣ Ванъ-Дельдена при небольшомъ количествѣ воздуха надъ средой образуется пленка, въ которой попадаются длинныя нити, закрученныя въ веревку. Такія веревкообразныя формы мнѣ пришлось наблюдать не только въ культурахъ, но и непосредственно въ пробѣ ила. Въ культурахъ наблюдается рядъ переходовъ между ровной палочкой, затѣмъ слегка изогнутой, еще болѣе—спириллообразно-изогнутой и, наконецъ, закрученной въ веревку

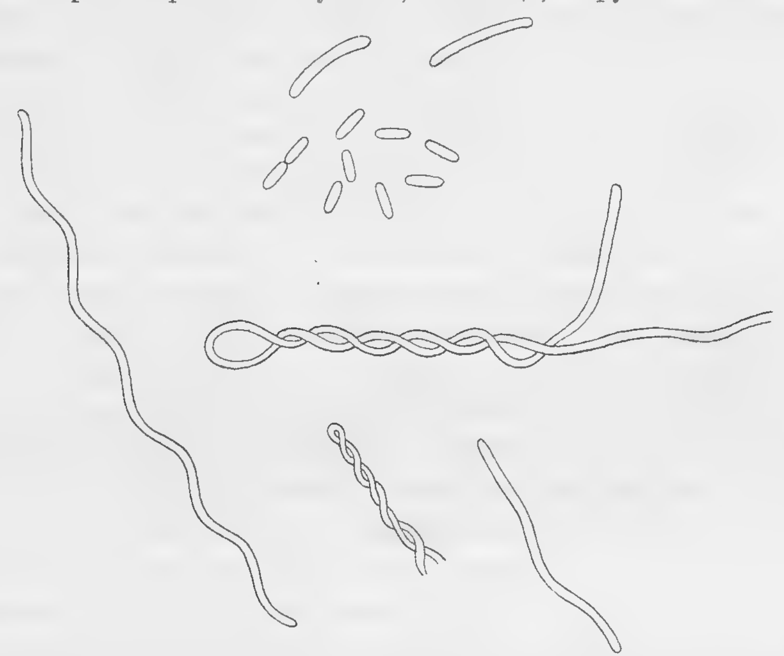


Рис. 41. Спирилло- и веревкообразныя формы Bacterium chordale mihi изъ посѣва иломъ Могильнаго озера на среду Ванъ-Дельдена. Двухдневная культура. Ув. 1000.

или косичку. Тотъ рисунокъ, который здѣсь находится (рис.41), изображаетъ формы, найденныя въ двухдневной культурѣ на средѣ Ванъ-Дельдена. Въ препаратѣ, сдѣланномъ изъ пробы свѣжаго ила, взятаго со дна Могильнаго озера, я еще раньше въ первый же день изслѣдованія ила Могильнаго озера нашелъ закрученныя въ веревки нити. Онѣ находились среди скопленій хромаціевъ, какъ это изображено на таблицѣ (табл. I рис. 1); кромѣ хромаціевъ и веревкообразныхъ нитей, въ илѣ можно было замѣтить вибріоновъ и спириллъ. Словамъ, тѣ самыя формы, которыя попадались впослѣдствіи въ такомъ изобиліи въ культурахъ на средѣ Ванъ-Дельдена. Я называю этотъ организмъ Bacterium chordale mihi.

Другой организмъ, который держится въ культурахъ обыкновенно весьма долго, типичный коккъ. Ванъ-Дельденъ, описывая выдѣленную

имъ Microspira aestuarii, указываетъ, какъ и Бейеринкъ, что ея постояннымъ спутникомъ является Micrococcus [1]). Сообщество Microspira и Micrococcus не ограничено, слѣдовательно, берегами Голландіи, но встрѣчается такъ же и на сѣверѣ у береговъ Мурмана. Размѣры кокка около 0,5 μ.

Бейеринкъ [2]) говоритъ, что въ культурахъ Microspira aestuarii

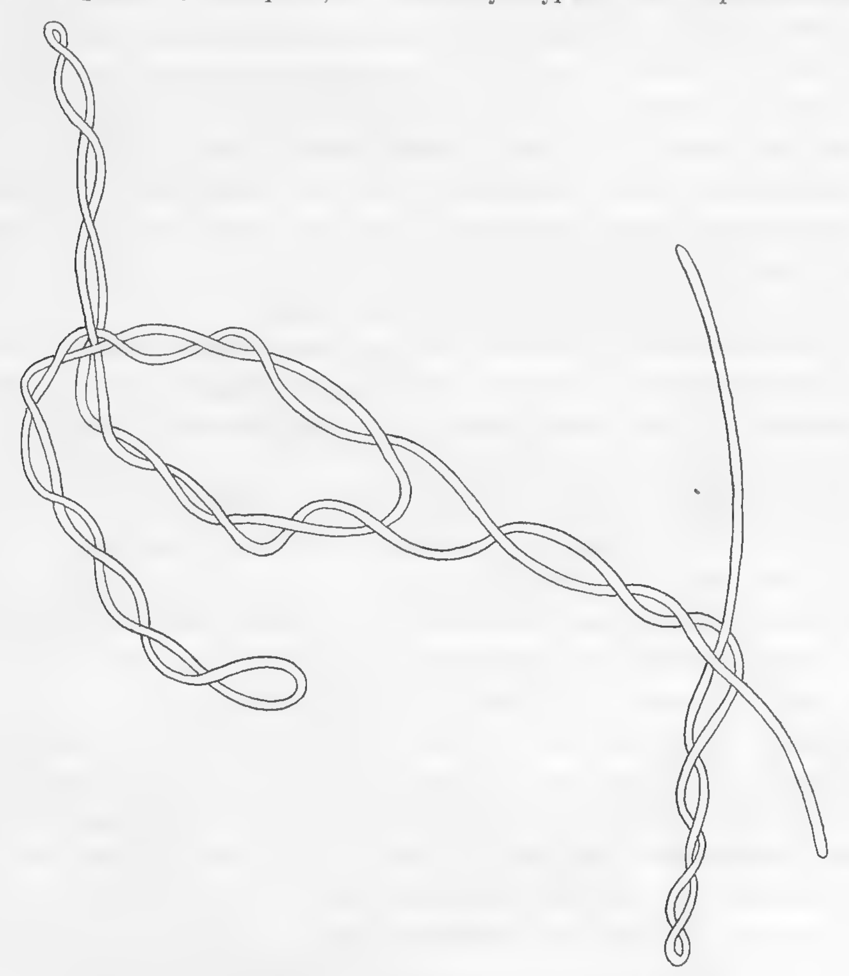


Рис. 42. Та же форма, пересѣянная на рыбный агаръ. Однодневная культура. Ув. 1000.

только этотъ Micrococcus въ состояніи взять верхъ надъ развитіемъ другихъ аэробныхъ организмовъ и поглотить кислородъ настолько полно, что Microspira вполнѣ можетъ послѣ этого развиваться. Ванъ-Дельденъ замѣтилъ, что въ нѣкоторыхъ культурахъ черныя колоніи Microspira разростались внутри или въ самой непосредственной близости къ колоніи этого микрококка, достигающей величины ½ милим. Отдѣлить отъ

[1]) Van Delden, l. c. pag. 114.
[2]) Beyerinck, Phénomènes de réduction, l. c. pag. 143.

него Microspira aestuarii такъ же трудно, какъ Microspira desulfuricans отъ Bacterium Coli commune. Въ культурахъ изъ ила Ледовитаго океана, встрѣчающемуся въ немъ Micrococcus, принадлежитъ, повидимому, болѣе подчиненная роль, такъ какъ освободить культуру Microspira отъ этой формы много легче, чѣмъ отъ тонкой палочки.

Развивающіяся въ культурахъ аэробная спирилла и палочка играютъ несомнѣнную роль въ поглощеніи кислорода воздуха изъ среды. Благодаря этому, Microspira получаетъ возможность развиваться и въ такихъ сосудахъ, закупоренныхъ стеклянной пробкой, въ которыхъ оставлено нѣкоторое количество воздуха. Таково значеніе этихъ формъ для Microspira, такъ какъ все говорило за то, что пленка, образуемая этими организмами на поверхности среды, является факторомъ, способствующимъ болѣе успѣшному развитію Microspira. Въ тѣхъ чистыхъ культурахъ, гдѣ находилась Microspira одна, сама по себѣ, и гдѣ былъ, хоть въ небольшомъ количествѣ воздухъ, она не могла развиваться и, наоборотъ, развивалась, если въ этихъ же условіяхъ она находилась съ организмами, образующими пленку и развивающимися въ присутствіи кислорода воздуха.

Что касается роли и значенія Micrococcus, то его роль для меня не ясна. Бейеринкъ говоритъ, что этотъ организмъ сульфатовъ непосредственно не возстановляетъ, но что его роль, какъ и роль B. Coli состоитъ въ поглощеніи кислорода изъ среды, гдѣ находится Microspira. Вотъ это, именно,—роль, приписываемая ему, требуетъ еще подтвержденія, такъ какъ упомянутый Micrococcus встрѣчается обыкновенно на днѣ, пленки не образуетъ, я даже не могу сказать, что онъ встрѣчается въ верхнихъ слояхъ воды, а поэтому его роль въ поглощеніи кислорода не такъ рѣзко выражена и возможно, что главное его значеніе не въ этомъ, а въ удаленіи, напр., или переработкѣ продуктовъ обмѣна. Какъ бы то ни было, здѣсь имѣется обширное поле для предположенія, а въ фактическихъ данныхъ большой недостатокъ.

Для опредѣленія количества сѣроводорода, образовавшагося въ культурахъ, я бралъ пробы пипеткой съ краномъ изъ культуры: или дважды по 10 к. с. или сразу 20 к. с., а иногда и большее количество, смотря по тому, какія наблюденія предстояло сдѣлать въ дальнѣйшемъ. Взятую пробу я переводилъ въ колбочку или химическій стаканчикъ, въ который предварительно было налито опредѣленное количество $^1/_{100}$ нормальнаго раствора іода, затѣмъ титрованіемъ $^1/_{100}$ нормальнымъ растворомъ сѣрноватистокислаго натрія опредѣлялъ излишекъ взятаго іода; 1 куб. сант. $^1/_{100}$ нормальнаго іода соотвѣтствуетъ 0,00017 гр. H_2S и 0,0004 гр. SO_3.

Изъ двухъ опредѣленій я бралъ среднее число, по которому и вычислялъ содержаніе сѣроводорода въ культурѣ на 1 литръ.

Изъ прилагаемой таблицы видно какимъ значительнымъ колебаніямъ было подвержено образованіе сѣроводорода. Отчасти это можетъ быть объяснено ослабленіемъ культуръ въ лабораторной обстановкѣ, при естественныхъ перерывахъ въ работѣ, и невозможностью имѣть подъ руками свѣжій матеріалъ, отчасти же это объясняется тѣмъ, что не всѣ поколѣнія или, какъ говорятъ, „Stamm'ы" обладали одинаковой энергіей, что вполнѣ естественно.

Питательная среда.	Время въ дняхъ.	Количество H_2S на 1 литръ въ гр.
Среда Ванъ Дельдена съ 3,5% NaCl	22	0,01284
»	4	0,0068
»	28	0,0374
»	32	0,02514
Среда Ванъ Дельдена съ 3,5% $NaCl+Na_2SO_3$	12	0,18275
»	76	0,204
»	76	0,1785
Среда Ванъ Дельдена. съ 3,5% NaCl	18	0,85
»	39	0,272
»	39	0,323
»	39	0,2295
»	4	0,17

Изъ таблицы видно, что нѣкоторыя культуры обладали особой энергіей и въ 18 дней, напр., образовали 0,85 гр. H_2S, такъ что по энергіи не уступали культурамъ Дельдена Microspira aestuarii, но большинство было значительно слабѣе и чаще всего количество H_2S колебалось, приблизительно, между 0,01—0,2 гр. на литръ.

Такимъ образомъ, несомнѣнно, мнѣ удалось выдѣлить изъ ила Сѣвернаго Ледовитаго океана Microspira, но такъ какъ двѣ формы, описанныя Бейеринкомъ и Ванъ Дельденомъ, отличаются различнымъ отношеніемъ къ хлористому натрію, то въ зависимости отъ этого говорятъ о морской или прѣсноводной разновидности Microspira.

При своихъ наблюденіяхъ для рѣшенія вопроса о наиболѣе подходящей для образованія сѣроводорода концентраціи хлористаго натрія, я поставилъ опыты съ культурой изъ ила, взятаго въ Ледовитомъ океанѣ вблизи береговъ Кильдина.

Среда была приготовлена по Ванъ Дельдену [1]), съ незначительнымъ лишь измѣненіемъ количества молочнокислаго натра, и разлита по склянкамъ, въ которыя было прибавлено различное количество хлористаго натрія 0, 1, 2, 3 и 4%. Склянки наполнены до верху, засѣяны, закупорены и поставлены въ термостатъ при 28°Ц.

Черезъ два дня можно было подмѣтить начало образованія чернаго осадка съ сосудахъ съ 1 и 2% концентраціи, а такъ же появленіе мути въ 3 и 4% хлористаго натрія и отсутствіе замѣтнаго развитія въ средѣ безъ хлористаго натрія.

Черезъ три дня появился черный осадокъ и въ 3% хлористаго натрія. [2])

Сильное образованіе сѣроводорода было замѣчено черезъ двѣ недѣли въ 1—3% растворѣ и слабое въ 4%.

Изъ опытовъ Ванъ Дельдена [3]) видно, что концентрація въ 1½% хлористаго натрія одинакова пригодна, какъ для развитія Microspira aestuarii, такъ и для Microspira desulfuricans, тогда какъ при 0% хлористаго натрія M. aestuarii совершенно не развивается, при 0,5% только слабо развивается. Наибольшее количество возстановленныхъ сѣрно-кислыхъ соединеній приходится на 3% растворъ хлористаго натрія. Въ моихъ опытахъ наибольшее количество сѣроводорода было въ 2% растворѣ.

Опредѣленіе сѣроводорода во всѣхъ склянкахъ дало слѣдующіе результаты:

Хлористаго натрія въ %.	Сѣроводородъ въ гр. на 1 литръ.
0	0
1	0,34
2	0,391
3	0,255
4	0,085

[1]) Среда имѣла составъ:

Дестиллированной воды .	100 к. с.
K_2HPO_4	0,5 гр.
$MgSO_4$	0,25 »
$FeSO_4$	слѣды
Молочнок. натрій	0,25 гр.
Аспарагинъ	0,1 »

[2]) Volk, R. Mitteilungen über die biologische Elbe-Untersuchungen des naturhistorischen Museums in Hamburg. Verhandl. des naturwiss. Vereins in Hamburg. III. Folge. Bd. XV. 1907. Hamburg. 1908. указываетъ, что богатство среды хлоридами является факторомъ, способствующимъ образованію сѣрнистаго желѣза.

[3]) Van Delden, l. c. pag. 116.

Такъ какъ такой же результатъ былъ полученъ и съ другой культурой (Екатерининская гавань), то мнѣ кажется возможнымъ признать, что безъ хлористаго натрія (или при концентраціи менѣе 1%) процессъ образованія сѣроводорода изъ сѣрнокислыхъ соединеній или будетъ идти очень слабо или же, вѣрнѣе, совсѣмъ не будетъ происходить.

Слѣдовательно форма, выдѣленная изъ воды Ледовитаго океана (а такъ же изъ воды Екатерининской гавани) едва ли происходитъ изъ прѣсной воды или, вообще, съ суши, но вѣроятнѣе, является морской формой.

Что касается формы изъ Могильнаго озера, то, не смотря на весь интересъ, который представляетъ вопросъ о происхожденіи ею бактерій, мною онъ не могъ быть выполненъ во всей полнотѣ, за неимѣніемъ подходящаго свѣжаго матеріала (ила); но такъ какъ первые посѣвы этой формы на среду Ванъ Дельдена безъ хлористаго натрія остались безъ результата, а развитіе въ той же средѣ съ 3% хлористаго натрія шло всегда хорошо, я склоненъ обѣ формы (изъ Ледовитаго океана и Могильнаго озера) считать тождественными—признавъ за ними ихъ морское происхожденіе, т. е. за M. aestuarii.

Изъ опытовъ Ранка можно извлечь данныя, говорящія за то, что между Microspira aestuarii и Microspira desulfuricans существуетъ еще меньше различій, такъ какъ при культурѣ обѣихъ формъ въ твердой средѣ (Sulfatgelatine) не наблюдалось особой разницы въ ихъ развитіи и поэтому онъ остановился на примѣненіи даже для морского организма желатины безъ хлористаго натрія (Sulfatnährboden). Между тѣмъ въ жидкой средѣ развитіе морской формы наступало раньше въ 3% хлористаго натрія, въ этой же средѣ раньше появлялся сѣроводородъ [1]). Данныя Ранка, однако, не столь убѣдительны, какъ Ванъ Дельдена, такъ какъ Ранку приходилось работать съ матеріаломъ не добытымъ непосредственно самимъ изслѣдователемъ. Посѣвы приходилось дѣлать не на мѣстѣ взятія пробы, а много позже (работа была произведена въ Цюрихѣ). Все это, до извѣстной степени, можетъ вліять на развитіе микроорганизма и на полученные результаты.

Относительно способности Microspira aestuarii возстановлять, кромѣ сѣрнокислыхъ, другія соединенія, мы знаемъ пока довольно мало, такъ, Бейеринкъ [2]) упоминаетъ, что Microspira можетъ образовать сѣроводородъ изъ сульфитовъ (Na_2SO_3) и тіосульфатовъ ($Na_2S_2O_3$), Ранкъ [3]), въ своею очередь, указываетъ, на образованіе сѣроводорода изъ сѣрнаго цвѣта, сѣрнисто и сѣрноватистокислаго натрія.

---

[1]) Rank, l. c. pag. 42.
[2]) Beyerinck, Phénomènes de réduction, l. c. pag. 144.
[3]) Rank, l. c. pag. 47.

Больше, сколько мнѣ извѣстно, нѣтъ свѣдѣній объ этомъ процессѣ, между тѣмъ, образуемый Microspira сѣроводородъ можетъ явиться продуктомъ возстановленія и другихъ сѣросодержащихъ неорганическихъ соединеній, если только Microspira обладаетъ способностью использовать эти соединенія. Низшія степени окисленія въ морскомъ илу могутъ встрѣтиться, а отношеніе къ нимъ Microspira еще не ясно.

Поэтому, чтобы произвести сравнительное опредѣленіе количества сѣроводорода, образуемаго изъ различныхъ соединеній, я поставилъ опыты, результаты которыхъ оказались слѣдующіе:

Среда.	Время.	H_2S въ гр. на 1 литръ.
H_2O—100 K_2HPO_4—0,02 $MgCl_2$—0,01 NaCl—3 $FeCl_2$—слѣды Молочн. натрій—0,5 Аспарагинъ—0,5 $MgSO_4$—0,1	4 дня	0,021
Таже среда но Na_2SO_3	4 »	0,012
То-же но $Na_2S_2O_3$	4 »	0,012
То-же но S	4 »	0,0016
То-же но $CaSO_4$	4 »	0,00956

Эти результаты вполнѣ совпадаютъ съ указаніемъ Бейеринка и Ранка на способность Microspira возстановлять и другія сѣросодержащія соединенія. Обращаетъ на себя вниманіе меньшее количество сѣроводорода образовавшагося изъ $CaSO_4$ по сравненію съ $MgSO_4$.

Возможно, что это чисто случайное явленіе, вслѣдствіе запоздавшаго развитія Microspira въ одномъ изъ посѣвовъ, но съ другой стороны можно найти подобныя же наблюденія у Бейеринка, который такъ же

наблюдалъ запозданіе въ образованіи сѣроводорода въ средѣ съ $CaSO_4$ и говоритъ, что это явленіе осталось и для него не яснымъ [1]).

Образцы чернаго ила, взяты ли они у береговъ Новой Земли или у береговъ Мурмана, не отличаются замѣтно другъ отъ друга ни по внѣшнему своему виду, ни по микробіальному населенію.

Илъ, взятый, напр., въ Екатерининской гавани, черноватый, съ замѣтнымъ запахомъ сѣроводорода, какъ объ этомъ можно судить по образцамъ, взятымъ съ глубины 40 м. противъ пароходной пристани, а такъ же по образцу присланнаго мнѣ „амфаретоваго ила", взятаго недалеко отъ берега, принадлежащаго Біологической станціи. Этотъ послѣдній илъ состоитъ изъ растительныхъ и животныхъ остатковъ, находящихся на различныхъ стадіяхъ разложенія.

Илъ, лежащій въ гавани, покрытъ тоненькимъ (не болѣе 1 сант.) слоемъ ила болѣе свѣтлаго, даже бѣловатаго цвѣта. Въ этомъ свѣтломъ илу можно найти безчисленное множество разнообразныхъ бактерій, образующихъ слизистыя зооглеобразныя пленки, которыя лежатъ на днѣ и, надо думать, покрываютъ сплошнымъ налетомъ грунтъ всей гавани. Это формы неподвижныя, погруженныя въ слизь, но среди зооглей пробѣгаютъ подвижные вибріоны и изгибающіяся палочки. Число бактерій въ немъ велико, но число видовъ ограничено.

Среди бактерій поверхности ила находятся какъ образующія сѣроводородъ изъ бѣлковаго вещества, такъ и бактеріи, возстановляющія азотнокислыя соли.

Въ этомъ свѣтломъ верхнемъ слоѣ ила идутъ окислительные процессы, въ которыхъ несомнѣнную роль играютъ микроорганизмы, близкіе къ Thiobacillus thioparus Beyerinck (см. дальше).

Если оставить илъ изъ гавани стоять на окнѣ въ плотно закупоренной склянкѣ, то на сторонѣ, обращенной къ свѣту, видно пышное развитіе Chlorobium limicola Nads. [2]).

Подъ окисленнымъ иломъ находится черный илъ, темный или буроватый, различныхъ оттѣнковъ, но преобладаетъ все же черный илъ. Въ этомъ илу находятся бактеріи, образующія сѣроводородъ. Мои по-

---

[1]) Beyerinck, Le Spirillum desulfuricans, l. c. pag. 256.

[2]) Надсонъ, Г. А. Chlorobium limicola Nads. зеленый микроорганизмъ съ нефункціонирующимъ хлорофилломъ. Извѣстія И. СПБ. Ботаническаго Сада. Т. XII. 1912. Стр. 55. Я не могу, кстати, вполнѣ согласиться съ авторомъ въ томъ, что отсутствіе окисленнаго пояса грязи вокругъ Chlorobium свидѣтельствуетъ о нефункціонирующемъ хлорофиллѣ. Возможно вѣдь допущеніе, что поглощеніе выдѣляемаго кислорода производится тѣми многочисленными аэробными бактеріями, которыя въ изобиліи встрѣчаются въ черномъ илу и которыя едва ли могли бы здѣсь развиваться безъ этого столь необходимаго для нихъ кислорода. Возможно, что въ стерилизованномъ черномъ илѣ развитіе Chlorobium въ чистой культурѣ будетъ сопровождаться окисленіемъ грязи.

сѣвы изъ этого ила въ среду для бактерій, возстановляющихъ сульфаты были успѣшны, въ нихъ всегда развивалась Microspira aestuarii.

Кромѣ Microspira aestuarii въ этомъ черномъ илѣ находятся и другія бактеріи, образующія сѣроводородъ, но уже не путемъ возстановленія сульфатовъ, а путемъ разложенія органическаго сѣросодержащаго бѣлковаго вещества. Для этихъ бактерій присутствіе въ водѣ, окружающей ихъ, сѣрнокислыхъ соединеній способствуетъ образованію сѣроводорода, какъ это вообще подмѣчено многими изслѣдователями.

Болѣе черная окраска ила свидѣтельствуетъ о томъ, что процессъ образованія сѣроводорода мѣстами идетъ сильнѣе и находящееся здѣсь желѣзо отлагается въ видѣ сѣрнистаго желѣза. Причины, по которымъ образованіе сѣроводорода происходитъ неравномѣрно во всей толщѣ ила, могутъ быть, конечно, самыя разнообразныя, такъ указывалось, что центрами почернѣнія грязи являются тѣ мѣста, гдѣ органическія вещества находятся въ достаточномъ количествѣ [1]) и гдѣ, стало быть, имѣются условія, необходимыя для развитія сѣроводородныхъ бактерій.

Несомнѣнно, что такими центрами могутъ явиться тѣла бактерій, образующихъ значительное количество органическаго вещества, способнаго фиксировать сѣрнистое желѣзо. Несомнѣнно также, что сѣрый цвѣтъ ила не говоритъ еще объ отсутствіи образованія сѣроводорода, такъ какъ кислородъ, выдѣляемый водорослями [2]), превращаетъ черную грязь въ сѣрую и, стало быть, сѣрая окраска грязи можетъ свидѣтельствовать лишь о томъ, что въ данное время окислительные процессы берутъ верхъ надъ возстановительными, равно какъ при выдѣленіи кислорода и сѣроводорода можетъ наблюдаться какъ бы равновѣсіе, при которомъ даже выдѣленіе кислорода не будетъ вызывать посѣрѣнія грязи, если образованіе сѣроводорода будетъ идти интенсивно.

Какъ извѣстно, образованіе сѣроводорода имѣетъ громадное значеніе въ процессѣ образованія черной лечебной грязи. Послѣ работъ Вериго выяснилась роль микроорганизмовъ въ этомъ процессѣ, отдѣльные микроорганизмы были выдѣлены изъ грязи и изучены. Различные изслѣдователи, начиная съ Вериго, производили, между пр., такой опытъ: они брали сѣрую окисленную грязь, помѣщали ее въ ту или другую питательную среду, стерилизовали и затѣмъ въ такую простерилизованную грязь вносили культуры выдѣленныхъ организмовъ по одиночкѣ или въ смѣси и наблюдали за ходомъ процесса. Оказывалось, что грязь начинала чернѣть благодаря образующемуся сѣроводороду, но никогда

---

[1]) Егуновъ, М. Сѣрнистое желѣзо и водная окись желѣза въ почвахъ лимановъ и Чернаго моря. Ежегодникъ по геологіи и минералогіи Россіи. Т. II. 1897—1898. Стр. 166.

[2]) Егуновъ, l. c. стр. 174.

не чернѣла вся [1]). Обыкновенно часть взятой грязи такъ и осталась сѣрой. Въ то же самое время стоило внести въ сосудъ со стерилизованной окисленной грязью небольшой кусочекъ свѣжей черной грязи, чтобы процессъ возстановленія вполнѣ закончился [2]). Это обстоятельство объяснялось различно и я подробно это разберу въ другой работѣ, приготовляемой къ печати, но, въ общемъ, всѣ объясненія сводились къ тому, что условія для превращенія сѣрой грязи въ черную сложны и требуютъ присутствія многихъ организмовъ [3]).

Имѣя въ рукахъ культуру Microspira, я, съ цѣлью выяснить ея вліяніе на образованіе чернаго ила, взялъ сухую сѣрую пробу ила изъ Ледовитаго океана, помѣстилъ ее въ склянку со средой Ванъ - Дельдена, простерилизовалъ и внесъ потомъ культуру Microspira. Процессъ пошелъ своимъ обычнымъ порядкомъ: появилась легкая муть, песокъ сталъ чернѣть сразу въ нѣсколькихъ мѣстахъ, процессъ почернѣнія пошелъ въ глубину (табл. II рис. 15) и, наконецъ, черезъ 3 недѣли на днѣ склянки лежала совершенно черная масса.

Я далекъ, конечно, отъ мысли утверждать, что разъ песокъ или грязь почернѣли, что тѣмъ самымъ они превратились въ то, что извѣстно подъ назв. „черный илъ“, тѣмъ менѣе склоненъ думать, что почернѣніе есть безусловный признакъ образованія лечебной грязи. Но, во всякомъ случаѣ, фактъ тотъ, что Microspira оказалась организмомъ способнымъ въ культурахъ вызвать почернѣніе ила до конца, въ то время, какъ другіе выдѣленные организмы лишены были этой способности, такъ же какъ и въ опытахъ моихъ предшественниковъ въ этой области изслѣдованія. Причина различія въ опытахъ съ зараженіемъ культурами и зараженіемъ грязью кроется, какъ совершенно справедливо указалъ Анцыферовъ [4]) въ томъ, что не было выдѣлено главнаго агента процесса. Такимъ агентомъ можетъ быть Microspira.

Для того, чтобы опытъ увѣнчался успѣхомъ, необходимо обратить особое вниманіе на то, чтобы въ склянкѣ не было бы воздуха, въ противномъ случаѣ опытъ не удастся. Между тѣмъ, на это обстоятельство, сколько я могу судить по описанію опытовъ, было обращено далеко не то вниманіе, какъ оно того заслуживало.

---

[1]) Сравни: Надсонъ, Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели, l. c. стр. 74—75. Наиболѣе энергичный возстановитель—Proteus vulgaris не способенъ былъ въ культурахъ довести почернѣніе грязи до конца.

[2]) Верипо, А. А. О вліяніи микроорганизмовъ на образованіе лиманной грязи. Отчеты о дѣятельности Одесскаго бальнеологическаго Общества. 1883—1887. Одесса. 1888. Приложеніе.

[3]) Литература по этому вопросу собрана въ уже не разъ цитированной мною работѣ Надсона, Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели.

[4]) Анцыферовъ, Н. Къ вопросу о возстановленіи лиманной грязи. Русскій архивъ патологіи, клинической медицины и бактеріологіи. Т. IX. 1900.

Если стеклянную пробку въ склянкѣ замѣнить ватной, то можно наблюдать обратный процессъ окисленія грязи. Процессъ этотъ начинается сверху и долго еще на днѣ подъ посѣрѣвшимъ иломъ можно наблюдать черныя гнѣзда, къ которымъ не проникъ еще воздухъ. Чѣмъ меньше сосудъ, чѣмъ основаніе его шире, тѣмъ, конечно, окисленіе идетъ быстрѣе.

Энергичная возстановительная способность Microspira и ея распространеніе въ илу Сѣвернаго Ледовитаго океана и Могильнаго озера приводятъ меня къ необходимости признать этотъ организмъ и существующіе, по всѣмъ вѣроятіямъ, близкіе ему виды за главный факторъ вліяющій на образованіе сѣрнистаго желѣза, окрашивающаго илъ въ черный цвѣтъ.

Нѣсколько иная точка зрѣнія на дѣятельность и на значеніе Microspira desulfuricans высказана Надсономъ [1]), который полагаетъ, что роль этого организма „въ общемъ ходѣ процессовъ „сѣроводороднаго броженія", не можетъ считаться особо существенной, а лишь второстепенной". Несомнѣнно, скажу я, что учесть роль каждаго организма въ какомъ-либо процессѣ, совершающемся въ природѣ, задача почти невыполнимая, особенно при незначительномъ количествѣ фактовъ и точныхъ наблюденій, поэтому каждое опредѣленіе роли извѣстнаго организма въ процессахъ броженія, совершающагося, не въ лабораторіи, а въ естественныхъ условіяхъ, будетъ носить лишь очень и очень приблизительный характеръ. Вспомнимъ, напр., броженіе целлюлезы,—едва-ли можно быть увѣреннымъ, что броженіе въ природѣ идетъ лишь анаэробнымъ путемъ, скорѣе наоборотъ—въ почвѣ полей и лѣсовъ этотъ процессъ свойственъ аэробнымъ организмамъ.

Уклоняясь поэтому отъ оцѣнки роли Microspira (Spirillum) desulfuricans въ общей формѣ, я могу только коснуться тѣхъ доводовъ, которые приводятся противъ особо существенной роли Microspira въ процессахъ сѣроводороднаго броженія. Доводы эти сводятся къ указанію на ея облигатный анаэробіозъ и, главное, на то, что она „дѣйствуетъ на сульфаты лишь тогда, когда въ окружающей средѣ органическія вещества находятся въ очень незначительномъ, ничтожномъ количествѣ" [2]). Что касается анаэробіоза Microspira, то несомнѣнно, что ея дѣятельность сказывается въ анаэробныхъ условіяхъ, но вѣдь въ илу, рядомъ съ Microspira развиваются, какъ это мы наблюдаемъ въ культурахъ и какъ это можно видѣть, изслѣдуя микроскопически верхніе слои ила (окисленнаго), другіе организмы—аэробные, поглощающіе кислородъ воздуха, такъ что мы, не рискуя впасть въ грубую ошибку,

[1]) Надсонъ, Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели. l. c. стр. 81.
[2]) Надсонъ, l. c. стр. 81.

можемъ—по аналогіи съ другими процессами [1]), признать, что развитіе и дѣятельность Microspira не только возможны, но находятся въ условіяхъ особо благопріятныхъ. Окружающій Microspira черный илъ, исключающій мысль о преобладаніи окислительныхъ процессовъ, еще болѣе это подтверждаетъ. Въ водѣ, даже непосредственно надъ иломъ, мы совсѣмъ не находимъ Microspira. Такимъ образомъ, тамъ, гдѣ лежитъ черный илъ и гдѣ мы только и находимъ Microspira, тамъ анаэробныя условія для ея развитія соблюдены въ полной мѣрѣ и мы, можетъ быть, должны сказать, что, наоборотъ, тамъ, гдѣ условія анаэробныя, тамъ возможно развитіе Microspira и образованіе вслѣдствіе этого сѣрнистаго желѣза.

Хотя это само собой понятно, но я обращаю вниманіе, что, разбирая возможную роль Microspira, мы можемъ говорить пока лишь объ образованіи сѣроводорода, образованіе же чернаго ила процессъ, конечно, сложный и въ образованіи его принимаютъ участіе многіе микроорганизмы съ разнообразными функціями.

Что касается теперь второго довода, говорящаго противъ „особо-существенной" роли Microspira, именно значенія органическаго вещества, то здѣсь, вѣроятнѣе всего, простое недоразумѣніе. Microspira aestuarii и Microspira (Spirillum) desulfuricans, въ дѣйствительности, безъ органическаго вещества, даже безъ большаго его количества, не могутъ разлагать сульфаты.

Органическое вещество необходимо какъ источникъ энергіи и, устранивъ его, мы остановимъ процессъ разложенія сульфатовъ, скажемъ даже,—чѣмъ больше органическаго вещества (конечно, всему есть предѣлы) тѣмъ энергія разложенія сульфатовъ выше. Среда, въ которой развивается Microspira, можетъ содержать 1% пептона, 1% молочнокислаго натра, 1% аспарагина и, не смотря на такое обиліе органическаго вещества или лучше сказать—благодаря ему, возстановленіе сульфатовъ будетъ идти, такъ что едва ли мы въ правѣ говорить объ „очень незначительномъ, ничтожномъ количествѣ" органическаго вещества, опредѣленія, которыя переносятъ мысль къ условіямъ процесса нитрификаціи. Объясняется мнѣніе о вредномъ вліяніи органическаго вещества на процессъ возстановленія сульфатовъ тѣмъ, что Бейеринкъ, указывая на условія полученія Spirillum desulfuricans въ культурахъ, говоритъ, что среда должна содержать минимальное количество органическаго вещества, но это указывается имъ исключительно для того, чтобы Microspira въ куль-

[1]) Напр. усвоеніе азота Clostridium Pastorianum Win.

турахъ не была бы сразу заглушена [1]) и подавлена въ своемъ развитіи другими обыкновенными организмами, быстрѣе развивающимися; удаленіе органическаго вещества, прибавленіе гипосульфита—все это методы, пріемы для полученія относительно чистой культуры Microspira.

Когда Microspira уже развилась, когда получены чистыя культуры ея, то прибавка органическаго вещества не останавливаетъ развитія Microspira и разложенія ею сульфатовъ, такъ какъ безъ органическаго вещества, повторяю, не будетъ и самаго процесса.

Процессъ гніенія мертвой органической матеріи, идущій въ естественныхъ условіяхъ, начинается подъ вліяніемъ обыкновенныхъ гнилостныхъ бактерій, среди которыхъ находятся организмы съ различнымъ отношеніемъ къ кислороду; этимъ организмамъ, поглощающимъ кислородъ, вырабатывающимъ органическія кислоты, принадлежитъ подготовительная роль въ созданіи болѣе подходящихъ условій, пригодныхъ для жизни Microspira. Опыты Ранка и наши показываютъ, что органическія соли—наиболѣе пригодны для развитія Microspira.

Отсутствіе въ водѣ Могильнаго озера бактерій, возстанавливающихъ сѣрнокислыя соединенія, и присутствіе ихъ въ илѣ указывало, что процессъ возстановленія сульфатовъ происходитъ, вѣроятно, исключительно въ илу, на днѣ воронки озера.

Можно было ожидать, что въ придонномъ слоѣ воды, общая сумма сѣрныхъ соединеній будетъ меньше, чѣмъ въ слояхъ, лежащихъ нѣсколько выше надъ иломъ. Въ моемъ распоряженіи было нѣсколько неиспользованныхъ пробъ воды, хранившихся въ запаянныхъ балонахъ Ру. По моей просьбѣ, опредѣленіе содержанія сѣрной кислоты въ пробахъ съ разныхъ глубинъ было сдѣлано товарищемъ моимъ З. А. Погоржельскимъ, которому и приношу за его любезную помощь мою сердечную благодарность.

Результаты, полученные при этомъ анализѣ, оказались слѣдующіе:

Вода съ глубины въ 10 метровъ:

330 гр. профильтрованной воды дали $BaSO_4$—1,5736 гр., откуда SO_3 въ 100.000 гр. воды—163,557 гр.

---

[1]) У Бейеринка (Beyerinck, Le Spirillum desulfuricans, l. c. pag. 261) есть фраза, которая, дѣйствительно, способна вызвать недоразумѣніе: «Je compris alors que le ferment, quoique une spirille, est cependant anaérobie obligatoire, et ne se développe qu'en présence de quantités relativement petites de substances nutritive organiques solubles». Изъ дальнѣйшаго же изложенія самаго Бейеринка, изъ работъ Ванъ-Дельдена и Ранка вполнѣ ясно, что рѣчь идетъ о *культурахъ* «brutes», но не о томъ, что развитіе Microspira задерживается органическимъ веществомъ.

Вода съ глубины въ 14 метровъ:

328,8 гр. профильтрованной воды дали $BaSO_4$—2,1092 гр. откуда SO_3 въ 100.000 гр. воды—220,03 гр.

Вода съ глубины въ 15¾ метра (дно):

304 гр. профильтрованной воды дали $BaSO_4$ — 1,8097 гр. Откуда SO_3 въ 100.000 гр. воды — 204,186 гр.

Такимъ образомъ анализъ показалъ, что количество сѣрной кислоты въ водѣ со дна меньше, чѣмъ въ ближайшихъ верхнихъ слояхъ, на которые опрѣсненіе не оказало своего вліянія и соленость которыхъ та же, что и придонной воды. Слѣдовательно, предположеніе объ относительно меньшемъ количествѣ сѣрной кислоты (сульфатовъ) въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ идетъ ихъ возстановленіе, оправдалось. Параллельно же съ уменьшеніемъ сульфатовъ увеличилось въ придонной водѣ количество сѣроводорода (см. таблицу на стр. 197).

Это уменьшеніе количества сульфатовъ съ глубиной я могу объяснить, главнымъ образомъ, дѣятельностью микроорганизмовъ, возстановляющихъ сульфаты, такъ какъ ихъ способность разрушать сульфаты въ присутствіи органическаго вещества чрезвычайно велика. Въ культурахъ Microspira aestuarii полное исчезновеніе сѣрнокислыхъ соединеній принадлежитъ, по моимъ наблюденіямъ, къ обыденнымъ явленіямъ [1]).

Въ водѣ океановъ уменьшеніе количества сульфатовъ ко дну подмѣчено еще Шмелькомъ и Экманомъ [2]). Въ водѣ каналовъ Дельфта по временамъ, при усилившемся броженіи, совершенно не находятъ сульфатовъ [3]), что дало право Ванъ Дельдену сказать, что, если не будетъ недостатка въ органической пищѣ, то морская вода, вслѣдствіе возстановленія сульфатовъ, можетъ лишиться всей сѣрной кислоты.

На основаніи полученныхъ мною результатовъ я долженъ сдѣлать выводъ, что Microspira aestuarii встрѣчается въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ: въ Екатерининской гавани и въ тѣхъ мѣстахъ вблизи береговъ Мурмана и Новой Земли, гдѣ лежитъ на днѣ океана черный илъ; встрѣчается она такъ же въ Могильномъ озерѣ. Такъ какъ Microspira обладаетъ способностью возстановлять сѣрнокислыя соли, а недостатка въ таковыхъ нѣтъ, и такъ какъ сопутствующія ей бактеріи могутъ, съ своей стороны, создавать анаэробныя условія въ илу, то надо думать, что образованіе чернаго ила и вліяющаго на его образованіе сѣро-

[1]) Ср. Rubner, Die Wanderungen des Schwefels im Stoffwechsel der Bakterien l. c. pag. 85.

[2]) См. тѣ свѣдѣнія, которыя помѣщены мною на стр. 39.

[3]) Ср. van-Delden, l. c. pag. 117.

водорода, может быть отнесено на счет дѣятельности, развивающейся Microspira aestuarii. Остальныя бактеріи, образующія сѣроводород из органическаго вещества, имѣют и свою долю участія в процессѣ сѣроводороднаго броженія, но количество, выдѣляемаго ими сѣроводорода, много меньше, чѣм в культурах Microspira.

Кромѣ сѣрнокислых соединеній служащих, как это доказано Бейеринком и Ван Дельденом, источником сѣроводорода, другим источником для образованія этого газа может служить органическое сѣрусодержащее бѣлковое вещество. При богатствѣ Сѣвернаго Ледовитаго океана планктоном и, вообще, органической растительной и животной жизнью, недостатка в матеріалѣ для сѣроводороднаго броженія не может быть. Если сомнѣніе в возможности сѣроводороднаго броженія в сѣверных водах все же возникает, то это может зависѣть от предположенія, что низкія температуры, свойственныя глубинам арктическаго моря, должны задерживать это броженіе, но такое предположеніе, если оно и могло возникнуть послѣ изслѣдованій Левина, должно уступить мѣсто иному взгляду, если только принять во вниманіе новыя данныя о вліяніи низких температур на развитіе бактерій.

Мы видим, что в различных мѣстах Сѣвернаго Ледовитаго океана был обнаружен черный пахучій ил (см. таблица на стр. 173), происхожденіе котораго по аналогіи мы должны приписать процессам разложенія, вызываемым бактеріями гніенія. Свѣченіе моря осенью и даже свѣченіе снѣга [1]) должны навести на возможность допущенія существованія в этих широтах при господствующих здѣсь низких температурах микроорганизмов. Наконец, обильное развитіе разнообразных мельчайших животных и растительных организмов планктона, в свою очередь, отнюдь не говорит против допущенія существованія в тѣх же водах, при тѣх же условіях, организмов еще болѣе мелких...

Таким образом необходимо признать, что и в Ледовитом океанѣ, как и в других морях, должен происходить процесс разложенія мертваго органическаго вещества, а если это вещество содержит сѣру, то разложеніе его должно сопровождаться образованіем сѣроводорода и большинства всѣх тѣх продуктов, которые образуются в болѣе для нас обычных условіях при гніеніи органическаго вещества. Слѣдовательно, уже одно нахожденіе чернаго ила органическаго происхожденія с массой растительных и животных остатков в различных стадіях разложенія говорит о вѣроятном присутствіи в илу и водѣ

[1]) Колчак, А. Лед Карскаго и Сибирскаго морей. Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи в 1900—1903 г. Записки И. Акад. Наук. с. VIII по Физ. Мат. Т. XXVI. № 1. СПБ. 1909, стр. 12.

микроорганизмовъ, разлагающихъ органическое вещество, съ образованіемъ сѣроводорода.

Что касается интенсивности этого процесса при низкихъ температурахъ, то это вопросъ, который касается уже не качественной стороны явленія, но количественной и, вполнѣ возможно, что при низкихъ температурахъ процессъ гніенія идетъ медленно, если не существуетъ бактерій съ иными температурными оптимумами, чѣмъ у наиболѣе извѣстныхъ формъ. Работы послѣдняго времени въ этомъ отношеніи даютъ нѣкоторыя данныя, заставляя признать существованіе психрофильныхъ бактерій и широкое ихъ распространеніе въ природѣ.

Бейеринкъ показалъ, что Microspira aestuarii способна возстановлять сѣрнокислыя соединенія морской воды и далъ приблизительную схему, происходящаго при этомъ процесса, что же касается разложенія альбуминовъ и образованія изъ нихъ сѣроводорода, то онъ долженъ былъ сознаться, что химическая сторона этого процесса не ясна, такъ какъ водородъ, которому Петри и Маассенъ придавали преимущественное значеніе,—въ этомъ процессѣ не играетъ роли [1]).

Бактеріи, образующія сѣроводородъ изъ бѣлковаго вещества, выдѣлены мною изъ воды океана почти со всѣхъ глубинъ. Какъ относительно нитрифицирующихъ бактерій, такъ и относительно сѣроводородныхъ бактерій, я не могу утверждать на основаніи ихъ нахожденія въ морѣ, что онѣ не только встрѣчаются здѣсь, но и принимаютъ участіе въ круговоротѣ веществъ, а могу лишь указать, что на основаніи данныхъ, полученныхъ въ лабораторіи, роль ихъ въ этомъ процессѣ и здѣсь возможна и только осторожность заставляетъ уклониться отъ указанія на тѣ формы, которыя играютъ въ данномъ отношеніи преимущественную роль, такъ какъ, повторяю, изслѣдовались пробы воды одного года, даже болѣе того—одного мѣсяца.

Обращаю вниманіе такъ же на то, что изъ всѣхъ выдѣленныхъ мною организмовъ, болѣе или менѣе отличающихся между собой и способныхъ образовать сѣроводородъ, только 3 формы могли образовать его совершенно безразлично, какъ на средахъ съ 3% хлористаго натрія, такъ и безъ него. Всѣ выдѣленныя формы на 2—3 день вызывали большее или меньшее почерненіе свинцовой бумаги на рыбномъ бульонѣ съ 3% хлористаго натрія, безъ хлористаго же натрія почерненіе бумаги, однако, не наступало (за исключеніемъ 3 формъ) даже послѣ 10 дней культивированія ихъ въ подходящихъ условіяхъ. Несомнѣнно, что это обстоятельство говорило за себя и указывало, что мы имѣли дѣло съ морскими формами, привыкшими или приспособившимися къ опредѣленной концентраціи среды.

---

[1]) Beyerinck, Biogenes, l. c. pag. 15 и 16.

Образованіе сѣроводорода происходило у всѣхъ выдѣленныхъ формъ при доступѣ воздуха, т. е. въ пробиркахъ, наполненныхъ до 1/3 бульономъ и заткнутыхъ ватной пробкой, слѣдовательно, условія для образованія сѣроводорода могли быть подходящи и въ самомъ морѣ. Количество органическаго вещества въ морѣ, особенно — сѣверномъ, достаточно велико, чтобы и съ этой стороны не было задерживающаго вліянія на ихъ развитіе. Что касается температуры, то еще Мюллеръ [1]) показалъ, что образованіе сѣроводорода бактеріями можетъ происходить при довольно низкихъ температурахъ близкихъ къ 0°, слѣдовательно его наблюденіе, равно какъ и аналогичныя [2]), допускаютъ полную вѣроятность предположенія, что невысокая температура воды едва ли задержитъ процессъ образованія сѣроводорода. Изъ этого слѣдуетъ, что главнѣйшія условія, необходимыя для сѣроводороднаго броженія, имѣются на лицо, а слѣдовательно весьма вѣроятно, что и сами процессы имѣютъ возможность существовать въ водѣ океана.

Въ илу Могильнаго озера и Екатерининской гавани мною былъ найденъ, кромѣ различныхъ бактерій, Actinomyces albus Gasperini [3]). Роль этого организма въ процессѣ сѣроводороднаго броженія оказалась, по сравненію съ бактеріями, ничтожна. Развиваясь на бѣлковыхъ средахъ, онъ не обнаружилъ никакой энергіи въ выдѣленіи сѣроводорода. Возможно, что выдѣленный мною Actinomyces представлялъ мало дѣятельную расу, но образованіе сѣроводорода шло настолько медленно, что едва уловимое почернѣніе бумажки, пропитанной свинцовымъ сахаромъ, наступало въ чистыхъ культурахъ не раньше, какъ черезъ 3 недѣли, въ то время, какъ въ культурахъ бактерій бумага совершенно чернѣла на 2 — 3 день. Роль Actinomyces въ морской водѣ въ разложеніи веществъ и образованіи сѣроводорода не можетъ идти, на основаніи этихъ наблюденій, ни въ какое сравненіе съ ролью бактерій, выдѣленныхъ мною одновременно изъ различныхъ глубинъ океана и озера. Принадлежа къ банальнымъ, всюду распространеннымъ формамъ, Actinomyces, естественно, могъ быть занесенъ и въ Могильное озеро съ суши съ различными растительными остатками, съ водой и землей. Я указываю на его заносное происхожденіе, такъ какъ онъ, несомнѣнно, лучше развивался въ средахъ, несодержащихъ хлористаго натрія.

[1]) Müller, Ueber das Wachstum und die Lebenstätigkeit von Bakterien, sowie den Ablauf fermentativer Prozesse bei niederer Temperatur unter specieller Berücksichtigung des Fleisches als Nahrungsmittel. Archiv für Hygiene. Bd. 47. 1903. pag. 169.

[2]) Исаченко, Б. Л. Нѣкоторыя данныя о бактеріяхъ «мерзлоты». Извѣстія И. СПБ. Ботаническаго Сада. Т. XII. 1912, стр. 140.

[3]) Подробное описаніе см. Надсонъ, Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели. l. c. стр. 55.

Въ водѣ Ледовитаго океана микроорганизмы образующіе сѣроводородъ изъ бѣлковаго вещества были обнаружены въ слѣдующихъ мѣстахъ:

Мѣстонахожденіе.	Глубина.	
Станція 1354.	0 м.	Bacterium siccum.
	100	
	175	Micrococcus boreus.
	»	Micrococcus centropunctatus.
	182 (илъ).	Bacterium arcticum.
	»	Bacterium marinum.
Станція 1356.	0	Bacterium septentrionale.
	100	—
	370 (илъ).	
Станція 1366.	0	
	100	Micrococcus marinus.
	»	Microspira murmanensis.
Станція 1370.	0	—
	65	
	68	—
Станція 1372.	0	Micrococcus gelatinosus.
	175	—
Станція 1403.	илъ	Bacillus Kildini.
Екатерининская гавань.	»	Bacterium flavum.
	»	Bacterium amforeti.
	»	Microspira aestuarii.
Могильное озеро . . .	»	Proteus vulgaris.
	»	Bacterium spirale.
	»	Bacillus Kildini.
	»	Actinomyces albus.
	»	Microspira murmanensis.
	»	Microspira aestuarii.

Описаніе выдѣленныхъ бактерій, обладающихъ способностью образовать сѣроводородъ.

Micrococcus boreus Iss. [1]).

Выдѣленъ со станціи 1354 (70° 30′ 30″ N 36° 38′ E).

Micrococcus centropunctatus Iss. [2]).

Выдѣленъ со станціи 1354.

Micrococcus marinus Iss. [3])

Выдѣленъ со станціи 1366 (71° 48′ N 50° 29′ E).

Образуетъ сѣроводородъ, какъ на средахъ съ 3% хлористаго натрія, такъ и безъ него.

Micrococcus gelatinosus mihi.

Коккъ подвижный, иногда соединенъ въ цѣпочки, окруженъ слизью. Размѣры отдѣльныхъ клѣтокъ 0,8 — 0,9 μ (рис. 43).

Рис. 43. Micrococcus gelatinosus, семидневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

Рыбный бульонъ. Бульонъ слегка мутнѣетъ, пленки на его поверхности не образуется, но появляется налетъ, высоко поднимающійся по стѣнкамъ пробирки надъ поверхностью бульона.

На 3-й день наблюдается слабое образованіе сѣроводорода.

Рыбная желатина. Ростъ вдоль укола; на поверхности желатины образуются слизистыя массы, величина которыхъ находится въ зависимости отъ количества посѣвного матеріала. Въ теченіе первыхъ 2 недѣль разжиженія желатины не замѣтно, но потомъ

1) Стр. 144, рис. 16.
2) Стр. 147, рис. 19.
3) Стр. 146, рис. 17.

разжиженіе медленно наступаетъ и въ 3 мѣсячныхъ культурахъ она уже вся разжижена, а на днѣ ея образуется осадокъ.

Колоніи бѣлыя, круглыя, желатину не разжижающія. Сильное, слизеобразованіе, при пересѣвахъ за платиновой иглой тянутся длинныя слизистыя нити.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола; на поверхности его жирный, блестящій, бѣловатый налетъ, подинмающійся надъ агаромъ, слегка концентрическаго строенія. Агаръ не темнѣетъ. Въ центральной части налета замѣтенъ розоватый или свѣтло желтоватый оттѣнокъ (таб. I рис. 17).

На косомъ агарѣ жирный, густой бѣлый налетъ, мѣстами съ коричневыми пятнышками.

Картофель. Ростъ не замѣтенъ.

Окраска по Граму. По Граму не окрашивается.

Мѣстонахожденіе. Станція 1372 (69^0 40′ N 34^0 10′ E) выдѣленъ изъ воды, взятой съ поверхности.

Bacterium vulgare (Hauser) Lehm. et Neum. (Syn. Proteus vulgaris Hauser).

Былъ выдѣленъ мною изъ ила Могильнаго озера. Сѣроводородъ образуетъ весьма энергично.

Развиваясь на рыбной желатинѣ и на агарѣ окрашиваетъ ихъ сначала въ краснобурый цвѣтъ, который постепенно темнѣетъ и среда дѣлается почти не прозрачной (табл. I рис. 7). Proteus vulgaris весьма обстоятельно и ясно описанъ Г. А. Надсономъ [1]), который высказываетъ, между прочимъ, „догадку“, что изолированный изъ черноморскаго ила Зелинскимъ и Брусиловскимъ организмъ, названный ими Bacterium hydrosulfureum Ponticum [2]), „есть просто Proteus vulgaris или одна изъ его разновидностей“ [3]).

Я вполнѣ согласенъ съ Надсономъ, что Bacterium hydrosulfureum Ponticum и „оранжевый или золотисто оранжевый бациллъ“, изолированный Брусиловскимъ изъ грязи одесскихъ лимановъ, описаны не вполнѣ подробно и трудно рѣшить „имѣли-ли дѣло авторы съ новой формой или со старой, давно извѣстной“, но описаніе малохарактерныхъ съ морфологической стороны формъ, не дающихъ подъ часъ никакихъ данныхъ для детальнаго описанія, всегда и у всѣхъ изслѣдователей

¹) Надсонъ, Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели, l. c. стр. 48.

²) Зелинскій, Н. Д. и Брусиловскій, Е. М. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и одесскихъ лиманахъ. Южно-русская медицинская газета. 1893. №№ 18—19, отд. отт.

³) Надсонъ, l. c. стр. 50.

отличается неопредѣленностью. Иное, конечно, дѣло когда форма характерна или по своему внѣшнему виду или въ стадію ея развитія входитъ процессъ спорообразованія или, наконецъ, она обнаруживаетъ особые специфическіе физіологическіе признаки,—тогда описаніе ея дѣлается болѣе исполнимымъ.

Въ данномъ же случаѣ Зелинскимъ и Брусиловскимъ приводятся, въ ихъ совмѣстномъ сообщеніи, такія характерныя для выдѣленныхъ ими организмовъ подробности, которыя не позволяютъ, съ моей точки зрѣнія, говорить, „что проблематическій Bacterium hydrosulfureum Ponticum есть просто Proteus vulgaris или одна изъ его разновидностей". Proteus vulgaris гнилостная бактерія „по силѣ разрушенія бѣлковыхъ веществъ одна изъ энергичнѣйшихъ *сапрогенныхъ* бактерій" [1]). Въ работѣ Надсона нѣтъ указаній на собственные опыты или ссылки на литературныя данныя, изъ которыхъ мы могли бы заключить, что Proteus vulgaris обладаетъ способностью образовать сѣроводородъ въ средахъ, не содержащихъ органической сѣры путемъ возстановленія неорганическихъ сѣрусодержащихъ соединеній. Между тѣмъ организмы Зелинскаго и Брусиловскаго обладаютъ способностью въ анаэробныхъ условіяхъ образовать сѣроводородъ въ сѣрныхъ, сѣрнистыхъ и сѣрноватистыхъ соединеніяхъ [2]), что заставляетъ съ большой осторожностью говорить объ идентификаціи ихъ съ какими нибудь другими извѣстными организмами, не выяснивъ, въ свою очередь, и ихъ отношеніе къ подобнымъ же средамъ. Не достаточно подробное описаніе Bacterium hydrosulfureum Ponticum даетъ тѣмъ менѣе возможности для сравненія его съ Proteus vulgaris. Гораздо больше будетъ данныхъ тогда сравнивать Proteus vulgaris съ Bacterium hyrdosulfureum Ponticum, когда будетъ выяснено отношеніе перваго изъ нихъ къ образованію сѣроводорода въ средахъ не содержащихъ органической сѣры. Несомнѣнно, что каждый бактеріологъ чувствуетъ, какъ въ большинствѣ шатки тѣ данныя, которыя вынуждаютъ его, противъ всякаго желанія, давать новыя названія изолированнымъ имъ формамъ, но соединеніе многихъ описанныхъ формъ, извѣстныхъ подъ разными названіями, подъ одно общее названіе имѣетъ въ настоящее время, къ большому сожалѣнію всѣхъ бактеріологовъ, слишкомъ мало основаній; этимъ соединеніемъ можно внести еще больше затрудненій въ описаніе бактерій и безъ того достаточно запутанное. О синонимикѣ же ихъ, не имѣя въ рукахъ для сравнительнаго изученія оригинальныхъ культуръ, а основываясь только на неполномъ ихъ описаніи,— едва ли возможно, сказать что нибудь достовѣрное.

---

[1]) Надсонъ, l. c. стр. 49.

[2]) Зелинскій, Н. Д. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и одесскихъ лиманахъ. Журналъ Русскаго Физико-Химич. Общ. Т. XXV. 1893, стр. 298.

Bacterium arcticum Iss. [1]).

Выдѣленъ со станціи 1354.

Bacterium flavum Iss. [2]).

Выдѣленъ изъ воды Екатерининской гавани.

Bacterium siccum mihi.

Неподвижная палочка съ закругленными концами; соединена иногда съ двумя, тремя такими же палочками, попадаются нити, состоящія изъ нѣсколькихъ члениковъ (рис. 44). Размѣры палочекъ подвержены значительнымъ колебаніямъ въ зависимости отъ состава среды и возраста культуры. Изъ колоній въ разливкахъ на рыбной желатинѣ длина палочекъ доходитъ до 5—6μ., а ширина 1,5 — 2μ., но попадаются палочки и до 10μ. при той-же ширинѣ въ 1,5—2μ. Съ поверхности косо застывшаго рыбнаго агара въ 16 дневной культурѣ палочки были 2—2,5μ. длины и 1—1,2μ. ширины. Въ болѣе старыхъ культурахъ попадаются обыкновенно въ большомъ количествѣ инволюціонныя формы, при этомъ такая старая культура производитъ впечатлѣніе загрязненной какимъ нибудь другимъ постороннимъ организмомъ: въ такихъ культурахъ попадаются палочки съ отдѣляющимися на одномъ концѣ кокками, отдѣльно лежащіе кокки, цѣпочки изъ кокковъ, образованныя 3—4 и больше клѣточками, наконецъ попадаются формы, которыя больше всего подходятъ къ описаннымъ А. Фишеромъ образованіямъ, названнымъ имъ плазмоптизомъ [3]); среди этого разнообразія формъ попадается въ препаратѣ здѣсь и тамъ мелкій детритъ, образовавшійся вслѣдствіе окончательнаго распада отмершихъ клѣтокъ. Среди клѣтокъ, характерныхъ для плазмоптиза въ культурѣ на косо застывшемъ агарѣ, простоявшей въ лабораторіи 11 мѣсяцевъ, попадались въ большомъ количествѣ клѣтки совершенно

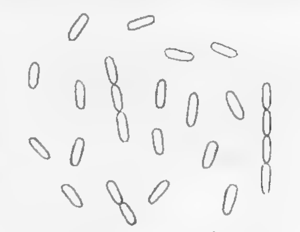


Рис. 44. Bacterium siccum, двухдневная культура съ рыбнаго агара. Увеличеніе 1000.

---

[1]) Стр. 148, рис. 21.

[2]) Стр. 151, рис. 24.

[3]) Fischer, A. Vorlesungen über Bakterien. Jena. 1903. 2 Aufl.

круглыя съ отростками (рис. 45), какъ это описано Л. Гарбовскимъ [1]) для Vibrio Proteus и изображено имъ на рис. 8 и 10. Въ культурѣ $7^1/_2$ мѣсяцевъ, съ рыбнаго агара, можно было замѣтить точно такія же круглыя клѣтки, какъ и у Vibrio Proteus, съ большими вакуолями и черными зернышками лежащими вблизи оболочки (рис. 46). Протоплазма кажется слегка зеленоватой. У палочекъ, сохранившихъ свой нормальный видъ, среди массы инволюціонныхъ формъ, протоплазма собрана больше по краямъ палочки, а всю середину тѣла занимаетъ большая вакуоль.

Какъ извѣстно образованіе шарообразныхъ формъ у бактерій было предметомъ разногласія между такими извѣстными знатоками строенія бактеріальной клѣтки, какъ А. Фишеръ и А. Мейеръ [2]). По мнѣнію Фишера эти образованія можно отнести къ плазмоптизу, т. е. къ выходу протоплазмы изъ клѣтки, а по Мейеру къ нѣкоторому округленію клѣ-

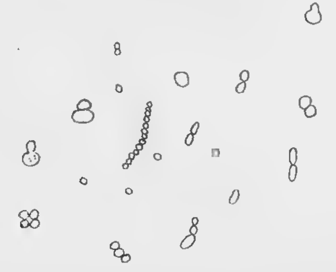


Рис. 45. Bacterium siccum, одинадцатимѣсячная культура изъ рыбнаго бульона. Увеличеніе 1000.

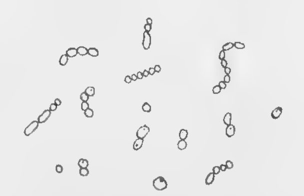


Рис. 46. Bacterium siccum, изъ колоніи 7½ мѣсяцевъ на рыбномъ агарѣ. Увеличеніе 1000.

токъ. Существенная разница выступаетъ рѣзче, если обратить вниманіе на то, что по А. Фишеру круглыя клѣтки (плазмотическія) могутъ регенерировать и давать нормальныя палочки, а по Мейеру они этой способностью не обладаютъ, т. е., можетъ быть, слѣдовало считать ихъ плеоморфными измѣненіями даннаго вида, принимая, что эти измѣненія находятся въ различныхъ стадіяхъ дегенераціи, начиная отъ инволюціи до полнаго некробіоза [3]).

---

1) Garbowski, L. Plosmoptyse und Abrundung bei Vibrio Proteus. Ber. d. D. bot. Ges. Bd. XXIV. 1906.

2) Fischer, A. Ueber die Plosmoptyse der Bakterin. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. XXIV. 1906. pag. 55.

Meyer, A. Ueber Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXIII. 1905. pag. 349.

3) Исаченко, Б. Л. О плеоморфизмѣ Stichococcus bacillaris Näg. Ботаническія Записки, вып. XXIX, отд. отт. 1911 г. Если придерживаться той схемы, которую я даю въ цитируемой моей работѣ на стр. 13, то можно ясно увидѣть въ чемъ заключается разница во взглядахъ на плазмоптизъ Фишера и Мейера. По взгляду перваго—плазмоптизъ есть инволюція, способная перейти въ регенерацію, по взгляду второго—плазмоптизъ есть инволюція, переходящая въ некробіозъ.

Рыбный бульонъ. Образованіе сѣроводорода замѣтно на 3-й день.

Рыбная желатина. Колоніи: поверхностныя—коричневыя, лапчатыя не разжижающія желатину; глубокія—круглыя, тоже коричневыя.

Ростъ вдоль укола болѣе или менѣе равномѣрный, на поверхности его образуется большой бѣлый налетъ со слегка зазубренными краями.

Рыбный агаръ. Налетъ по штриху сѣровато бѣлый, блестящій, слегка жидковатый.

По уколу ростъ болѣе или менѣе равномѣрный, на поверхности агара небольшой налетъ, который постепенно (дней черезъ 10) разрастается, поднимается надъ агаромъ, образуются слегка радіальныя складки; вокругъ этого налета (шляпки) замѣтно бѣлое выдѣленіе, распространяющееся по поверхности всего агара.

Въ болѣе старыхъ культурахъ (4—5 мѣсяцевъ) налетъ дѣлается сухимъ, ломкимъ, при дотрагиваніи иглой легко ломающимся на мелкіе кусочки. Въ болѣе утолщенныхъ мѣстахъ этотъ налетъ суховатъ и слегка тѣлеснаго цвѣта.

Въ старыхъ (8 мѣсяцевъ) культурахъ агаръ имѣетъ желтоватый оттѣнокъ, что наблюдается не у всѣхъ выдѣленныхъ мною изъ воды формъ.

Окраска по Граму. По Граму не красится.

Мѣстонахожденіе. Станція 1354 поверхность океана.

Bacterium amforeti mihi.

Подвижная палочка, размѣры въ длину 2—3μ. въ ширину 0,7μ (рис. 47).

Рыбный бульонъ. Равномѣрная муть, пленка въ видѣ отдѣльныхъ островковъ, бѣловатая. Образованіе сѣроводорода и аммiака.

Рыбная желатина. Желатину разжижаетъ.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, шляпка бѣловатая.

Колоніи на агарѣ круглыя, бѣловатыя, перламутровыя, съ болѣе темной серединой, имѣющей оранжевый оттѣнокъ.

Рис. 47. Bacterium amforeti, съ рыбнаго бульона. Увеличеніе 1000.

Мясной агаръ (безъ NaCl). Ростъ вдоль укола, шляпка блестящая оранжевая, съ маленькими бугорками. Въ болѣе старыхъ культурахъ цвѣтъ шляпки дѣлается красно-оранжевымъ.

Рыбный агаръ съ 2% виноградного сахара. Бѣловатая шляпка. Ростъ вдоль укола.

Молоко не свертывается.

Картофель. Ростъ не замѣтенъ.

Окраска по Граму. Не окрашивается по Граму.

Мѣстонахожденіе. Амфоретовый илъ Екатерининской гавани.

Bacterium spirale mihi.

Неподвижная палочка съ закругленными концами, длина 3—4 μ, ширина 1μ. Много двойныхъ палочекъ, образуются нити 25 — 30μ длиной. Края палочекъ слегка какъ бы волнистые (рис. 48).

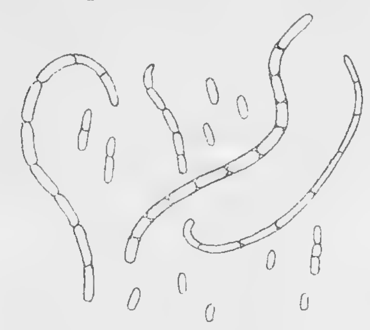


Рис. 48. Bacterium spirale, изъ культуры на рыбной желатинѣ. Увеличеніе около 800.

Рыбный бульонъ. На бульонѣ образуется бѣлая пленка, бульонъ остается прозрачнымъ. Образованіе сѣроводорода происходитъ въ первые же дни.

На бульонѣ съ азотнокислымъ каліемъ образуются нитриты. Отъ поверхности бульона до дна пробирки идутъ длинныя нити съ узлами.

Рыбная желатина. Глубокія колоніи небольшія коричневыя. На поверхности вокругъ колоніи бѣлый ободокъ. Разжиженіе идетъ вдоль укола, внизу осадокъ. Въ теченіе 3 недѣль разжиженіе достигаетъ дна пробирки, при чемъ желатина сверху мутная, книзу нѣсколько прозрачная. Осадокъ на днѣ ясно розоватый, при этомъ, какъ это наблюдалось въ рядѣ посѣвовъ, кончикъ укола замѣтно поднимается кверху, образуя улиткообразный завитокъ. Иногда этого завитка не бываетъ, но чаще онъ образуется и служитъ довольно характернымъ признакомъ (табл. I рис. 12).

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола. На поверхности сѣроватая шляпка, прозрачная настолько, что черезъ нее виденъ агаръ.

По косозастывшему агару налетъ блестящій, слегка буроватый. Въ старыхъ культурахъ налетъ становится болѣе темнымъ, даже коричневатымъ.

Мѣстонахожденіе. Илъ и вода Могильнаго озера.

Bacterium marinum mihi.

Подвижная палочка, иногда состоящая изъ двухъ—трехъ члениковъ. Размѣры отдѣльныхъ члениковъ подвержены колебаніямъ въ предѣлахъ 2—2,5μ.

Рыбный бульонъ. На поверхности бульона образуется пленочка; со дна пробирки, при встряхиваніи ея, поднимается очень плотный осадокъ имѣющій видъ каната. Образованіе сѣроводорода, хотя и слабое, но замѣтное уже на 2-й день. На бульонѣ безъ хлористаго натрія сѣроводородъ образуется, но менѣе энергично.

Рыбная желатина. Колоніи небольшія, круглыя, сѣроватыя, зернистыя, прозрачныя. Желатину разжижаетъ, при этомъ на поверхности ея образуется пленка. Развивается съ разжиженіемъ желатины какъ въ аэробныхъ, такъ и анаэробныхъ условіяхъ.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола. На поверхности образуется бѣловатая широкая, расплывающаяся шляпка, блестящая гладкая. Вокругъ шляпки бѣловатый налетъ, такой же налетъ вдоль всего укола, такъ что ростъ по уколу кажется окруженнымъ какъ бы футляромъ. По косо застывшему агару налетъ гладкій блестящій. Колоніи на косомъ агарѣ въ видѣ круглыхъ гнѣздъ съ темнымъ центромъ и свѣтлымъ желтоватымъ ободкомъ.

Молоко свертывается.

Окраска по Граму. По Граму не окрашивается.

Мѣстонахожденіе. Станція 1354 илъ.

Bacterium septentrionale mihi.

Выдѣлена изъ пробы воды съ поверхности океана на станціи 1356.

Большая подвижная палочка, въ молодыхъ культурахъ даже очень подвижная слегка изогнутая съ закругленными концами. Длина палочки чаще всего равна 3μ. при ширинѣ $0{,}9\mu$.

Въ старыхъ 5 мѣсячныхъ культурахъ палочка мельчаетъ и становится неподвижной.

Рыбный бульонъ. На 3 день слабое образованіе H_2S.

Рыбная желатина не разжижается, на поверхности ея образуется большой концентрическій налетъ буровато желтаго цвѣта.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола, на поверхности его большой расплывчатый налетъ, блестящій, влажный, буровато коричневаго цвѣта, съ оранжевымъ оттѣнкомъ, вокругъ него бѣловатыя выдѣленія. Съ возрастомъ въ 8 мѣсячныхъ культурахъ налетъ сморщивается и принимаетъ нѣкоторое сходство со сморчкомъ (табл. I рис. 10).

На косомъ агарѣ налетъ слегка коричневаго цвѣта.

Молоко не измѣняется.

Картофель. Образуется слегка коричневатый налетъ.

Окраска по Граму. По Граму не окрашивается.

Мѣстонахожденіе. Поверхность воды со станціи 1356.

Bacillus Kildini mihi.

Подвижная палочка длиной въ 3μ. образуетъ нити въ 8—12μ. Споры (слегка зеленоватаго цвѣта) развиваются на концахъ палочки; спороносныя формы неподвижны (рис. 49).

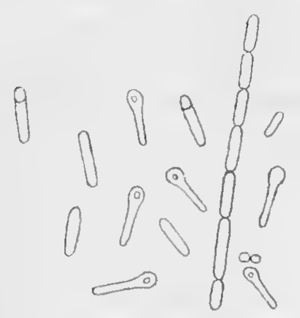


Рис. 49. Bacillus Kildini, изъ колоніи на рыбной желатинѣ. Увеличеніе 1000.

Рыбный бульонъ. На поверхности толстая морщинистая пленка, мути нѣтъ.

Образованіе сѣроводорода замѣтно на второй день.

Рыбная желатина. Разжижается на 3 день.

Колоніи образуетъ бѣловатыя круглыя.

Рыбный агаръ. Колоніи круглыя, бѣлыя съ ровнымъ краемъ, середина колоніи выпуклая. Вокругъ колоніи бѣлыя выдѣленія.

Картофель. Налетъ сѣроватый, матовый, мелко складчатый.

Среда Ванъ-Дельдена. Развивается хорошо, образуя пленку, но сѣроводорода не образуетъ. Песокъ на днѣ склянки со средой не чернѣетъ, тогда какъ въ рыбномъ бульонѣ песокъ начинаетъ быстро чернѣть сверху, черная его окраска распространяется въ глубь, но до дна не доходитъ.

Окраска по Граму. По Граму окрашивается.

Мѣстонахожденіе. Илъ изъ Могильнаго озера (15 метровъ) и илъ со станціи 1403.

Microspira murmanensis mihi.

Подвижный вибріонъ, на твердыхъ средахъ дающій чаще палочки, длиной въ 3μ. шириной въ 1μ. образуетъ клѣтки изъ двухъ завитковъ (рис. 50 и 51).

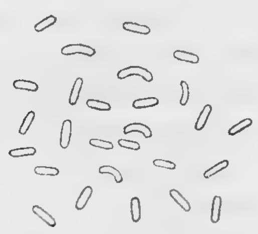


Рис. 50. Microspira murmanensis, изъ культуры на рыбномъ агарѣ (изъ конденсаціонной воды). Увеличеніе около 800.

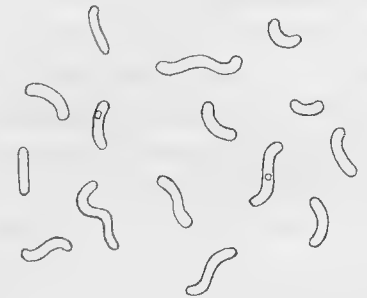


Рис. 51. Microspira murmanensis, изъ культуры на рыбномъ бульонѣ. Увеличеніе 1000.

Рыбный бульонъ. На поверхности плотная, сѣрая, сухая, гладкая пленка съ желтоватыми гнѣздами кристаллическаго происхожденія. Образуетъ энергично сѣроводородъ.

Рыбная желатина. Разжиженія не замѣтно. Ростъ вдоль укола, но лучше по поверхности желатины. Хорошо развивается по косо застывшей желатинѣ.

Налетъ съ голубой иризаціей.

Колоніи желтоватыя, круглыя, жидковатыя.

Рыбный агаръ. Ростъ вдоль укола. По косо застывшему агару растетъ въ видѣ маленькихъ бѣлыхъ суховатыхъ колоній.

Картофель. Ростъ въ видѣ едва замѣтнаго безцвѣтнаго налета.

Мѣстонахожденіе. Екатерининская гавань—илъ и станція 1366 вода съ глубины 100 метровъ.

Microspira aestuarii van Delden.

Мѣстонахожденіе. Екатерининская гавань, Могильное озеро, Ледовитый океанъ вблизи береговъ Кильдина,—вездѣ только въ илѣ.

Actinomyces albus Gasperini.

Выдѣленъ мною, какъ изъ ила Могильнаго озера, такъ и изъ осадковъ со дна Екатерининской гавани.

Сѣроводородъ образуетъ чрезвычайно медленно и въ весьма незначительномъ количествѣ. Въ культурахъ на рыбномъ бульонѣ первые слѣды сѣроводорода были замѣтны въ концѣ 3 недѣли; на 4 недѣлѣ кончикъ свинцовой бумаги слегка потемнѣлъ и дальше реакція не пошла.

Выдѣленная форма во всемъ соотвѣтствовала описанію, данному Надсономъ. [1]).

---

[1]) Надсонъ, l. c. стр. 55.

ГЛАВА VIII.

О микроорганизмахъ окисляющихъ сѣрныя соединенія.

«Le phénomène de la rubéfaction des eaux a depuis fort longtemps occupé les savants. On sait aujourd'hui que cette couleur rouge ne dépend pas de substances chimiques particulières qui seraient ou dissoutes ou tenues en suspension dans le liquide, mais qu' elle provient de certains corps organisés qui y vivent; corps organisés tantôt vraies plantes, tantôt véritables animaux».

«il est probable que chaque fois qu' on verra en Belgique, se produire la prétendue métamorphose de l'eau en vin, ce sera à la Monade vineuse qu'on devra cette illusion».

«Le Monas rosea est donc une des espèces qui colorent les eaux en rouge; la teinte produite par lui est un beau rose. Nous ne l'avons observé encore que dans les eaux sulfureuses».

Morren. 1841.

Несомнѣнно, что окраска воды въ красный цвѣтъ, какъ это наблюдается иногда у береговъ морей или въ замкнутыхъ бассейнахъ, зависитъ отъ различныхъ причинъ, среди которыхъ пурпурнымъ сѣрнымъ бактеріямъ принадлежитъ преимущественная роль. Въ небольшихъ бухтахъ датскаго побережья, тамъ, гдѣ скопляется значительное количество гніющихъ водорослей, явленіе покраснѣнія воды и красные налеты на гніющихъ водоросляхъ получаютъ въ нѣкоторые годы такое распространеніе, что эти бухты пріобрѣтаютъ отъ мѣстнаго населенія названіе краснаго моря [1]). Явленіе это было изслѣдовано Вармингомъ, описавшимъ и изобразившимъ виновниковъ его—сѣрныхъ бактерій.

[1]) Warming, Eug. Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bakterier. Aftryk of «Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn. 1875. № 20—28. Kjöbenhavn. 1876.

Въ прежней, болѣе старой литературѣ, не трудно найти многочисленныя указанія на то, что море или источники принимали необычный для нихъ красный цвѣтъ.

Трудно, конечно, сказать теперь, въ какихъ случаяхъ покраснѣніе воды зависѣло отъ развитія въ водѣ сѣрныхъ пурпурныхъ бактерій, а въ какихъ случаяхъ зависѣло отъ колосальнаго развитія другихъ пигментныхъ организмовъ.

У Моррена [1]) въ его изслѣдованіяхъ явленія покраснѣнія водъ, упоминается нѣсколько случаевъ, когда море принимало красный цвѣтъ, повидимому, на значительномъ пространствѣ; такъ, въ 208 г. до Р. Хр. краснаго цвѣта была вода въ озерѣ Vulsiniensis [2]), въ 586 году послѣ Р. Хр. море вблизи Венеціи. Въ позднѣйшее время миссіонеръ Гонзагъ (Gonzag) въ 1746 г. наблюдалъ, что вода океана вблизи береговъ Калифорніи, при впаденіи въ него горячаго источника, покраснѣла на разстояніи въ полъ-мили.

Открыты были пурпурныя сѣрныя бактеріи, какъ извѣстно, Эренбергомъ [3]) вблизи Іены въ 1836 году, и первый найденый изъ этой группы организмъ получилъ названіе Monas Okenii, затѣмъ эти организмы были наблюдаемы другими изслѣдователями [4]) въ различныхъ мѣстахъ, но, сколько я знаю, Морренъ [5]) первый указалъ на то, что развитіе ихъ происходитъ только тамъ, гдѣ есть сѣроводородъ.

Принадлежа къ организмамъ, развивающимся едва ли не преимущественно въ водѣ болѣе или менѣе высокой концентраціи, пурпурныя бактеріи найдены до сихъ поръ почти во всѣхъ моряхъ (Средиземное, Черное, Балтійское, Нѣмецкое и т. д.) и во многихъ соляныхъ озерахъ. Безцвѣтныя сѣрныя бактеріи въ свою очередь распространены въ моряхъ довольно широко, образуя въ гаваняхъ бухты своеобразный налетъ, покрывающій въ нихъ илъ [6]), какъ это было указано нѣсколькими изслѣдователями.

---

[1]) Morren, Ch. Recherches physiologiques sur les Hydrophytes de Belgique Quatrième Mémoire. Recherches sur la rubéfaction des eaux. Bruxelles. 1841. (отд. отт. «lu à l'académie royale de Bruxelles, le 7 février 1841), pag. 119.

[2]) Vulseniensis, Vulsinus или Christinae lacus=озеро Bolsena (см. Graesse, J. G. Th. Orbis latinus. 2 Aufl. Berlin. 1909). Озеро находится въ кратерѣ недѣйствующаго вулкана вблизи Рима.

[3]) Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommende Organismen. Leipzig. 1838. IX. pag. 15.

[4]) Weisse, J. F. Monas Okenii. Bulletin physico-mathématique de l'académie de Saint-Pétersbourg III. 1845. pag. 310, 335.

[5]) Morren, Histoire de la Monade rose (Monas rosea), nouvelle espèce découverte par l'auteur. pag. 135. (отд. отт. «lu à l'académie royale de Bruxelles, le 7 février 1841).

[6]) Engler, Ad. Ueber die Pilzvegetation des weissen oder toten Grundes der Kieler Bucht. Bericht. d. Commission zur Erforschung d. deutsch. Meere. 1881.

Ueber die im Kieler Hafen in dem sogenannten «toten Grund» vorkommenden Pilzformen. Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. 1882 Jahrgang. Berlin. 1883. pag. 17.

Steuer, A. Veränderungen der nordadriatischen Flora und Fauna, während der letzten Dezenien. Intern. Revue d. Ges. Hydrobiol. und Hydrogr. 1910—11. Bd. III. pag. 6.

Что касается свѣдѣній о распространеніи сѣрныхъ организмовъ въ водахъ Ледовитаго океана и въ водѣ Могильнаго озера, то таковыхъ, до начала моихъ работъ на сѣверѣ, сколько я знаю, не появлялось, поэтому распространеніе ихъ далеко на сѣверъ, въ водахъ съ сравнительно низкой температурой, обращало на себя особое вниманіе.

Вода изъ Могильнаго озера, какъ я уже указывалъ, добывалась съ помощью прибора (рис. 1) черезъ каждый метръ. Вода была совершенно прозрачна вплоть до глубины 13 метровъ и отличалась отсутствіемъ какого бы то ни было посторонняго запаха. Когда дошла, наконецъ, очередь брать пробу воды съ глубины 13 метровъ, то, едва приборъ достигъ намѣченной глубины, какъ ясно почувствовался сильный запахъ сѣроводорода. Получилось впечатлѣніе, что подъ поверхностью воды былъ откупоренъ сосудъ, наполненный этимъ газомъ. Вода, взятая въ балонъ съ этой глубины, оказалась ясно и притомъ довольно рѣзко розоваго цвѣта. Пробы воды, взятыя съ глубинъ въ 14, 15 и 15 ¾ метровъ, были опять безцвѣтны и прозрачны и вода съ этихъ глубинъ уже ничѣмъ замѣтно, кромѣ запаха сѣроводорода, не отличалась отъ воды, взятой съ поверхности озера.

Такимъ образомъ, являлось необходимымъ признать, что на глубинѣ 13 метровъ находится слой воды съ громаднымъ скопленіемъ пурпурныхъ бактерій, окрашивающихъ ее въ совершенно розовый цвѣтъ.

Это явленіе не было для меня новостью и я, опуская приборъ на глубину въ 13 метровъ, ждалъ появленія „розовой“ воды (какъ оно и оказалось), такъ какъ еще въ 1902 году среди пробъ воды изъ Могильнаго озера, которыя были мнѣ тогда переданы Н. М. Книповичемъ для изслѣдованія, оказалось нѣсколько пробъ съ „розовой“ водой, взятой точно такъ же съ глубины 13 метровъ. Вода эта была осенью 1902 года подвергнута бактеріологическому изслѣдованію мною и, работавшимъ въ то время подъ моимъ руководствомъ, студентомъ Спб. Университета Лихачевымъ.

Я тогда еще выяснилъ, что окраска воды въ розовый цвѣтъ зависѣла отъ размножившихся въ ней Chromatium [1]). Такъ какъ анализъ г-жи Пальмквистъ (см. стр. 197) показалъ границу распространенія сѣроводорода въ Могильномъ оз., то естественнѣе всего и надо было ожидать нахожденіе окислительныхъ бактерій на глубинѣ 13 метровъ или вблизи этой глубины.

---

[1]) Студенту Лихачеву въ 1902 году, работая въ Университетѣ, удалось получить на твердой агаровой средѣ культуры Chromatium, которыя развивались у него на агарѣ въ видѣ маленькихъ розовыхъ колоній. Полученныя Лихачевымъ данныя сообщены отчасти въ зачетной работѣ, представленной имъ въ рукописи въ Государственную Комиссію при И. Спб. Университетѣ.

То обстоятельство, что на опредѣленной глубинѣ въ 13 метровъ, какъ въ 1902 году, такъ и въ 1906 году, была обнаружена вода съ пурпурными бактеріями, можно было разсматривать, какъ явленіе до извѣстной степени повторяющееся и даже, можетъ быть, при однихъ и тѣхъ же условіяхъ постоянное. Слѣдовательно, самъ собой напрашивался выводъ и можно было утверждать, что на глубинѣ 13 метровъ или вообще на границѣ распространенія въ данный моментъ сѣроводорода, поднимающагося со дна, находится слой воды, наполненный безчисленными Chromatium, способными улавливать каждый атомъ сѣроводорода.

Слой „розовой воды" не отличался толщиной и уже съ глубины 14 метровъ вода была, какъ я указалъ, снова прозрачной вплоть до дна озера, при этомъ запахъ сѣроводорода становился все сильнѣе.

Несомнѣнно, что положеніе скопленія бактерій, окисляющихъ сѣроводородъ, на извѣстной глубинѣ опредѣляется рядомъ факторовъ, имѣющихъ значеніе для развитія этихъ организмовъ. Усиленіе выдѣленія сѣроводорода должно повліять на измѣненіе положенія сѣрныхъ бактерій, направивъ ихъ въ слои воды озера, лежащіе ближе къ поверхности. Наоборотъ, уменьшеніе количества сѣроводорода въ водѣ повліяетъ на распредѣленіе сѣрныхъ бактерій въ обратную сторону и онѣ опустятся въ придонные слои воды. Явленія, подобныя этому, были описаны въ свое время Егуновымъ [1]), наблюдавшемъ, безцвѣтныя пленки бактерій, окисляющихъ сѣроводородъ. Имъ же было высказано тогда же предположеніе, что въ глубинахъ Чернаго моря должна находиться бактеріальная пленка, какъ онъ думаетъ, безцвѣтныхъ бактерій, задерживающихъ, благодаря совершающимся въ ней окислительнымъ процессамъ, распространеніе сѣроводорода въ поверхностные слои моря.

Роль пурпурныхъ бактерій въ окислительныхъ процессахъ, выраженная въ широкомъ маштабѣ, сколько мнѣ извѣстно, еще не наблюдалась и мнѣ не извѣстны случаи, описанные въ литературѣ, когда бы роль ихъ въ окисленіи сѣроводорода выступила бы настолько наглядно, какъ это пришлось мнѣ наблюдать въ Могильномъ озерѣ [2]).

---

[1]) Егуновъ, Сѣробактеріи Одесскихъ лимановъ. Архивъ біологическихъ наукъ. Т. III. 1895.

[2]) Я говорю здѣсь, конечно, о тѣхъ случаяхъ, когда было показано распредѣленіе въ водѣ сѣроводорода и указано на присутствіе пурпурныхъ бактерій, въ видѣ большихъ скопленій на границѣ его распространенія. Въ Черномъ морѣ, напр., предполагаютъ существованіе бактеріальной пленки на границѣ воды, содержащей сѣроводородъ, но природа этой пленки намъ еще не извѣстна. Что же касается розовой окраски воды вслѣдствіе развитія пурпурныхъ бактерій, то подобныхъ случаевъ извѣстно нѣсколько и еще недавно Русселъ наблюдалъ, вслѣдствіе развитія Chromatium Okenii, пурпурную воду въ одномъ колодцѣ въ департаментѣ Seine-et-Oise (Russel, W. Sur la coloration d'une pièce d'eau par une Bactériacéae. Bulletin de la Soc. botanique de France. T. 56. 1909. pag. 565).

Сравнительно нобольшіе размѣры озера, естественное распредѣленіе воды по удѣльному вѣсу, все это создало въ Могильномъ озерѣ особенно благопріятныя условія для наблюденія въ природѣ того явленія, которое въ малыхъ размѣрахъ удается, иногда, воспроизвести въ лабораторной обстановкѣ. Наблюдавшееся явленіе указывало, что скопленія пурпурныхъ бактерій было факторомъ, вліяющимъ на распредѣленіе въ озерѣ сѣроводорода. Выше скопленія пурпурныхъ бактерій, ближе къ поверхности озера, не должно было оставаться даже слѣдовъ сѣроводорода, нацѣло окисленнаго сѣрными бактеріями. Анализъ воды, показывающій распредѣленіе сѣроводорода въ озерѣ, только подтверждалъ это предположеніе.

Вода, взятая изъ озера, была мною сейчасъ же на пароходѣ „Андрей Первозванный“ подвергнута предварительному бактеріологическому изслѣдованію, а балоны, запаянные еще въ лодкѣ на озерѣ, были отправлены въ Петербургъ. Розовая окраска воды сохранилась въ нихъ довольно долго и ее можно было видѣть въ балонахъ, когда они были вынуты изъ ящика, по прошествіи двухъ мѣсяцевъ. Окраска эта впослѣдствіи, однако, постепенно исчезла, принявъ сначала своеобразный коричневатый оттѣнокъ, свойственный Chromatium vinosum.

Разсматривая свѣжую воду подъ микроскопомъ, въ ней можно было видѣть множество очень подвижныхъ, мелкихъ, круглыхъ или нѣсколько овальныхъ клѣтокъ Chromatium. Тамъ, гдѣ плавали маленькія пленки, можно было замѣтить, что окраска хроматіевъ, какъ образующихъ плотныя скопленія такъ и мелкихъ клѣтокъ, имѣющихъ 0,5 μ. въ діаметрѣ или клѣтокъ нѣсколько большихъ въ 1,2 μ.,—розовато-коричневая.

Какъ въ самой клѣткѣ Chromatium, такъ и внѣ ея въ водѣ можно замѣтить круглыя капельки сѣры. Среди клѣтокъ Chromatium попадались различныя бактеріи: разнообразной величины палочки, довольно длинныя спириллы, и заплетенныя въ видѣ косичекъ или веревокъ длинныя нити (табл. II рис. 1) бактерій, которыхъ я, предположительно назвалъ Bacterium chordale (см. стр. 214).

Кромѣ Cromatium vinosum и Chromatium minutissimum, главнымъ образомъ, окрашивающихъ воду озера въ розовый цвѣтъ, другихъ видовъ сѣрныхъ организмовъ я не подмѣтилъ, но, такъ какъ казалось весьма вѣроятнымъ, что въ илѣ и водѣ озера могутъ быть найдены и другіе виды сѣрныхъ организмовъ, то я, для „накопленія“ ихъ, переложилъ въ стерилизованную склянку (емкостью въ 1 литръ) добытый со дна озера илъ и залилъ его водой, взятой съ глубины 15 и 13 метровъ [1]). Склянка была закупорена и пробка залита парафиномъ, а сверху, кромѣ того, на

[1]) Кромѣ того въ склянку было прибавлено 2 к. с. питательной среды Ванъ-Дельдена для Microspira aestuarii.

нее былъ надѣтъ плотно приходящійся гуттаперчевый колпачекъ. Такая склянка была поставлена въ лабораторіи на окно, выходящее на югъ. Илъ постепенно осѣлъ на дно и среда приняла совершенно прозрачный видъ. Черезъ нѣсколько дней начался процессъ образованія сѣроводорода—илъ сталъ сверху чернѣть въ глубину (табл. II рис. 16) и, наконецъ, почернѣлъ весь.

Но еще до того, какъ онъ почернѣлъ, на его поверхности появились сначала мелкія красныя колоніи, которыя начали разростаться и достигли довольно значительныхъ размѣровъ (табл. II рис. 17). Часть колоній была розоватаго цвѣта, а нѣкоторыя были ярко краснаго сочнаго цвѣта; ярко красныя колоніи крупныхъ размѣровъ не достигали. Появились налеты и на боковыхъ стѣнкахъ сосуда, на сторонѣ, обращенной къ свѣту, и, наконецъ, на днѣ подъ иломъ, куда онѣ какъ бы сползали сверху, придерживаясь стѣнокъ. Это „сползаніе" можно подмѣтить на томъ же рис. 17 (табл. II). Вода надъ иломъ пріобрѣла ясный розоватый оттѣнокъ, замѣтный вплоть до самаго верха жидкости.

Такимъ образомъ развитіе пурпурныхъ бактерій шло хорошо, а по окраскѣ отдѣльныхъ пятенъ, по ихъ различному росту и строенію можно было заключить о томъ, что въ сосудѣ развивается нѣсколько видовъ пурпурныхъ организмовъ.

Благодаря пріему „накопленія" (Anhäufungen), удалось достичь того, что матеріалъ для изслѣдованія былъ у меня въ большомъ количествѣ [1]). Оказалось, что число формъ пурпурныхъ бактерій въ илѣ Могильнаго озера довольно значительно и, вѣроятно, не ограничивается тѣми, которыхъ мнѣ пришлось наблюдать и которыхъ я изобразилъ на рисункахъ, приложенныхъ къ этой работѣ. Число ихъ должно быть значительно большимъ.

Съ помощью длинныхъ стерилизованныхъ пипетокъ я доставалъ со дна трубокъ или склянокъ, въ которыхъ шло развитіе пурпурныхъ бактерій, кусочки пленокъ и налетъ на стѣнкахъ сосудовъ или бралъ воду съ различныхъ слоевъ; изслѣдовалъ все это подъ микроскопомъ и культивировалъ весь этотъ матеріалъ недѣлями во влажной камерѣ въ препаратахъ [2]).

---

[1]) Культуры пурпурныхъ бактерій мнѣ удалось продержать въ высокихъ трубкахъ въ теченіе 6 лѣтъ. Время отъ времени я прибавлялъ небольшое количество среды Ванъ-Дельдена и тѣмъ временно усиливалъ развитіе пурпурныхъ бактерій.

[2]) Для наблюденія за развитіемъ бактерій въ препаратахъ очень удобно смазываніе краевъ покровнаго стекла „Goldsize" отъ Грюблера. Такіе препараты, защищенные отъ высыханія, могутъ быть въ теченіе нѣсколько дней оставляемы подъ микроскопомъ и, если смазываніе краевъ стекла сдѣлано хорошо, то подсыханіе препарата почти совершенно устраняется.

Такимъ путемъ мнѣ удалось собрать нѣкоторыя данныя относительно процесса дѣленія клѣтокъ, по тому или другому направленію

Незамѣнимыя услуги оказалъ мнѣ также простой пріемъ вылавливанія нужныхъ бактерій изъ препарата съ помощью капиляровъ. Для этого, въ тѣхъ случаяхъ, когда въ препаратѣ оказывалось нѣсколько видовъ бактерій, а желательно было прослѣдить дѣленіе клѣтокъ у одной какой нибудь формы, я вводилъ въ каплю воды съ бактеріями стеклянную трубочку, оканчивающуюся длиннымъ капиляромъ, кончикомъ капиляра я старался попасть въ то мѣсто препарата, гдѣ была нужная мнѣ пленка или скопленіе бактерій. Бактеріи попадали въ капиляръ и я набиралъ въ трубочку нѣсколько капель стерильной морской воды или разбавленной среды Ванъ-Дельдена. Кончикъ капиляра и трубочки запаивался и, такимъ образомъ, получалась культура, которая состояла изъ одной формы пурпурныхъ организмовъ.

Прибѣгая то къ одному способу культуры, то къ другому, замѣняя воду въ склянкахъ свѣжей (приготовленной изъ морской соли), я могъ поддержать развитіе пурпурныхъ бактерій въ теченіе 5 лѣтъ, не замѣчая въ нихъ вырожденія.

Среди пробъ воды, собранныхъ экспедиціей еще въ 1902 году, сохранилась до настоящаго времени (1911 г.) одна проба, взятая съ глубины 15 метровъ. Въ этой пробѣ находились Chromatium minutissimum, которые не погибли въ теченіи 9 лѣтъ не смотря на то, что склянка стояла въ темномъ шкапу.

Развитіе пурпурныхъ бактерій лучше всего или, правильнѣе, быстрѣе происходитъ на свѣтѣ; въ справедливости этого убѣждаетъ насъ какъ опытъ, такъ и полученіе колоній пурпурныхъ бактерій въ сосудахъ, на сторонѣ ихъ, обращенной къ окну.

Какъ я выше сказалъ, въ сосудахъ съ водой, стоявшей 9 лѣтъ въ шкапу, былъ замѣченъ на днѣ осадокъ, состоящій изъ пурпурныхъ бактерій. Бактеріи не погибли, онѣ несомнѣнно развивались, но развитіе и размноженіе ихъ шло повидимому весьма медленно, такъ что отсутствіе освѣщенія задерживало ихъ развитіе. Не противорѣчатъ этому, мнѣ думается, и тѣ не разъ наблюдаемыя явленія, когда пурпурныя бактеріи, развиваясь вначалѣ на свѣту (въ сосудахъ съ иломъ) въ концѣ концовъ оказывались подъ иломъ въ относительной темнотѣ, куда онѣ собирались, по всѣмъ вѣроятіямъ, привлекаемыя туда сѣроводородомъ, количество котораго было, очевидно, въ водѣ надъ иломъ настолько уже незначительно, что перекочевываніе ихъ въ мѣста съ бо̀льшимъ его содержаніемъ вызывалось самой необходимостью.

Впослѣдствіи я примѣнилъ для культуры пурпурныхъ организмовъ длинныя стеклянныя трубки длиною въ 100 сант. при діаметрѣ до 2—

3 сант. Такія трубки я стерилизовалъ 95° спиртомъ, который наливалъ въ нихъ на нѣсколько недѣль, а потомъ промывалъ ихъ стерилизованной водой. Трубки, наполненныя иломъ и водой изъ озера, закупоренныя гуттаперчевой трубкой, оказались особенно удобны для культуры пурпурныхъ организмовъ. Бактеріи развивались въ трубкахъ необыкновенно быстро, образуя на днѣ большія скопленія пурпурныхъ массъ; розовыя пленки образовались даже на поверхности воды, ими были покрыты стѣнки трубки, а сама вода долго сохраняла розовый цвѣтъ, словно только что добытая непосредственно изъ озера. Пригодными для культуръ оказались также стеклянные цилиндры съ притертой пробкой.

Въ нѣкоторыхъ культурахъ со свѣжимъ иломъ образовался, иногда, на днѣ склянокъ густой коричневый налетъ, состоящій изъ діатомовыхъ водорослей. Налетъ этотъ разрастался очень сильно, и повидимому, образующійся въ склянкѣ сѣроводородъ не задерживалъ замѣтно развитія водорослей. Среди клѣтокъ діатомовыхъ попадались нити синезеленаго Nostoc, но сравнительно довольно рѣдко.

Развитіе пурпурныхъ бактерій въ Могильномъ озерѣ было мною наблюдаемо при температурѣ воды въ 6,80° Ц. (стр. 197); вообще же эти организмы, повидимому, способны переносить значительныя температурныя колебанія и развиваться какъ при высокихъ, такъ и при низкихъ температурахъ.

Вармингъ [1]), напр., говоритъ, что онѣ легко переносятъ холодъ, такъ какъ, внесенныя въ декабрѣ съ кускомъ льда въ лабораторію, быстро оживаютъ. Фёрстеръ [2]) говоритъ, что нашелъ подвижныя формы въ водѣ, имѣющей 0°, съ другой стороны Мійоси [3]) находилъ пурпурныхъ бактерій въ горячихъ источникахъ при температурѣ 51—70° Ц.

Thiosarcina rosea (Schröter) Winogradsky.

Sarcina rosea. Schröter, Pilze in Kryptog. Flora von Schlesien. 1886. pag. 154.

Sarcina sulphurata. Winogradsky, Ueber Schwefelbakterien. 1887. pag. 576.

Winogradsky, Beiträge zur Morph. u. Phys. d. Bakt. 1888. pag. 104.

Образовала ясно выраженныя розовыя пакетообразныя колоніи. Размѣры отдѣльныхъ клѣтокъ 2—3 μ., длина одной изъ сторонъ колоніи,

1) Warming, l. c. pag. 2.

2) Förster, Ueber eine merkwürdige Erscheinung bei Chromatium Okenii Ehrenb. Centr. für Bakteriol. Bd. XI. 1892. pag. 257.

3) Miyoshi, Manabu, (Rigakushi, Rigakuhakuschi). Studien über die Schwefelrasenbildung und die Schwefelbakterien der Thermen von Yumoto bei Nikko. The Journal of the College of Science I. University of Tokyo. Vol. X. 1896—98 pag. 143.

состоящей изъ двухъ клѣтокъ 6 μ. Кромѣ колоній, состоящихъ изъ 8 клѣтокъ, лежащихъ въ двухъ плоскостяхъ, попадались колоніи изъ 12 клѣтокъ, а такъ же изъ большаго числа клѣтокъ (40) въ видѣ типичныхъ пакетовъ сарцины. Внутри клѣтокъ сарцины замѣтны мелкія капельки сѣры.

Насколько я могъ замѣтить, клѣтка при дѣленіи достигаетъ сперва размѣровъ 6 μ., потомъ въ ней появляется по длинной оси перегородка, а затѣмъ вторая перегородка по короткой оси, такимъ образомъ первое время въ одной плоскости оказывается четыре клѣтки и организмъ имѣетъ видъ пластинки, раздѣленной двумя перпендикулярными перегородками на четыре клѣтки (табл. II рис. 5).

Amoebobacter Granula Winogr.

Winogradsky, l. c. pag. 78.

Подъ этимъ названіемъ Виноградскимъ описанъ чрезвычайно мелкій организмъ въ 0,5 μ. Въ моихъ культурахъ онъ образовалъ пленки, слабо розоватаго цвѣта, какъ на поверхности жидкости, такъ и на стѣнкахъ сосуда. Клѣтки Amoebobacter, соединенныя попарно, образуютъ диплококки; скопленія такихъ диплококковъ образуютъ колоніи. (Табл. II, рис. 6).

Thiothece gelatinosa Winogradsky.

Winogradsky, l. c., pag. 82.

Этотъ организмъ, описанный Виноградскимъ, развился очень хорошо въ длиной (1 метръ) стеклянной трубкѣ, на днѣ которой лежалъ илъ изъ Могильнаго озера, а поверхность его была залита водой изъ того же озера. Колоніи („Familie“, какъ называетъ Виноградскій) Thiothece представляютъ собой большія въ 30 μ., а иногда и больше (до 35 μ.), совершенно прозрачныя образованія, внутри нихъ свободно лежатъ овальныя клѣтки Thiothece. (Табл. II, рис. 8). Размѣры отдѣльныхъ клѣтокъ въ среднемъ 4 μ., но попадаются и нѣсколько большихъ размѣровъ до 5 и 5,5 μ. (у Виноградскаго 4,2 μ.). Эти клѣтки находятся въ стадіи дѣленія и у нихъ можно подмѣтить, иногда, слабый перехватъ. Передъ окончаніемъ дѣленія размѣры двойныхъ клѣтокъ 8 μ. Непосредственно подъ оболочкой въ клѣткахъ замѣтны красноватыя зернышки пигмента. Дѣленіе клѣтокъ происходитъ по одному направленію и раздѣлившіяся клѣтки, по окончаніи дѣленія, отодвигаются другъ отъ друга, такъ что внутри окружающей ихъ слизи онѣ лежатъ, какъ это подмѣ-

тилъ уже Виноградскій, по всевозможнымъ направленіямъ. Относительно подвижныхъ формъ, Виноградскій указываетъ, что ихъ образованіе зависитъ, повидимому, отъ внѣшнихъ, ближе не изслѣдованныхъ условій. Я спеціально этимъ вопросомъ не занимался, но мнѣ пришлось наблюдать, что число подвижныхъ формъ возростало въ культурахъ или препаратахъ, стоявшихъ на ярко освѣщенномъ мѣстѣ, и уменьшалось, до полнаго ихъ исчезновенія, въ культурахъ, поставленныхъ въ темноту; я находилъ въ такихъ культурахъ лишь однѣ колоніи, окруженныя слизью.

Переходъ окраски изъ розовой въ сѣроватую и даже слегка зеленоватую мнѣ приходилось наблюдать въ болѣе старыхъ культурахъ въ препаратахъ подъ покровнымъ стеклышкомъ, стоявшихъ во влажной камерѣ.

Thiodictyon minus mihi.

Виноградскій описалъ Thiodictyon elegans, который характеризуется слѣдующими размѣрами. длина 5 μ., ширина 1,7 μ. Тотъ организмъ, который я наблюдалъ въ илу Могильнаго озера, имѣлъ въ длину 2,5—3 μ. и въ ширину 1,5 μ. Клѣтки его слабо-розовыя, съ нѣсколько заостренными концами и съ небольшими зернышками сѣры, попадались въ препаратахъ довольно часто. Часто попадались такъ же скопленія клѣтокъ, подобныя изображеннымъ на рис. 13 и 16 у Виноградскаго, и довольно рѣдко попадалась сѣтка въ родѣ изображенной у Виноградскаго на рис. 17, табл. III. Такъ какъ размѣры клѣтокъ организма въ водѣ изъ Могильнаго озера иные, отличающіе его отъ Thiodictyon elegans, то я предлагаю назвать его Thiodictyon minus (Табл. II, рис. 3).

Thiopolycoccus ruber Winogr.

Winogradsky, l. c., pag. 79.

Найденъ мною въ илу изъ Могильнаго озера, послѣ того, какъ илъ былъ переложенъ въ высокія стеклянныя трубки. На поверхности ила Thiopolycoccus образовалъ отдѣльные аггрегаты тѣсно соединенныхъ клѣтокъ, окруженныхъ общей оболочкой. Совершенно круглыя скопленія кокковъ имѣютъ въ началѣ видъ образованій, въ которыхъ границы отдѣльныхъ клѣтокъ почти не замѣтны. Но попадаются аггрегаты, въ которыхъ отдѣльные кокки связаны болѣе рыхло. Въ дальнѣйшемъ, наблюдая за судьбой этихъ аггрегатовъ въ теченіе нѣсколькихъ недѣль подъ микроскопомъ въ висячей каплѣ и контролируя это наблюденіе изуче-

ніемъ стадій развитія, которыя организмъ проходилъ въ илу, мнѣ пришлось убѣдиться, что циклъ развитія Thiopolycoccus въ условіяхъ, свойственныхъ культурамъ, протекаетъ весьма медленно. Такъ, въ одномъ случаѣ, когда наблюденіе было начато надъ аггрегатомъ съ ясно выраженными отдѣльными клѣтками, разрывъ оболочки аггрегата и выходъ изъ нея отдѣльныхъ клѣтокъ произошелъ только черезъ 16 дней. Такимъ образомъ, прослѣдить подъ микроскопомъ шагъ за шагомъ исторію одного индивидуума задача довольно сложная. Виноградскій говоритъ, что онъ не продолжилъ наблюденіе до полнаго распада аггрегата (Coccenaggregates); мнѣ этотъ распадъ удалось подмѣтить и онъ изображенъ на рис. 7 (см. табл. II). Такъ какъ Thiopolycoccus форма неподвижная, то высвободившіеся кокки остаются лежать возлѣ лопнувшей оболочки (7 b и c).

Chromatium vinosum (Ehrenb.) Winogr.

Monas vinosa. Ehrenberg, Infusionstierchen. 1838.

Cohn, Untersuchungen über Bakterien, II. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. I. 1875. Heft 3. pag. 162.

Chromatium vinosum. Winogradsky, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. I. Schwefelbakterien. 1888. pag. 99.

Этотъ организмъ въ подвижной стадіи окрашиваетъ вмѣстѣ съ Chromatium minutissimum воду въ Могильномъ озерѣ на глубинѣ 13 метровъ. Окраска его въ культурахъ и въ сосудахъ, наполненныхъ озерной водой, напоминаетъ цвѣтъ крѣпкихъ винъ (мадеры, портвейна), разбавленныхъ водой [1]). Тамъ, гдѣ условія для развитія благопріятны (свѣтъ, сѣроводородъ), окраска болѣе розовая. Размѣры отдѣльныхъ клѣтокъ 2—3 μ., онѣ нѣсколько удлинены. У подвижныхъ формъ мнѣ удалось подмѣтить слабо замѣтный жгутикъ, въ присутствіи котораго можно было убѣдиться такъ же по тѣмъ токамъ воды въ препаратѣ, которые образуются вокругъ клѣтокъ организма, снабженнаго двигающимися жгутиками. (Табл. II, рис. 1 и 2).

---

[1]) Морренъ (Morren, l. c., pag. 131) сообщаетъ, что онъ находилъ Monas vinosa въ Бельгіи только зимой. Массовыя культуры этого организма ему удалось получить, взявъ папортникъ Pteris aquilina и помѣстивъ его въ пивной бокалъ; черезъ 2 мѣсяца послѣ этого вода въ бокалѣ приняла цвѣтъ вина, болѣе выраженный наверху сосуда и менѣе рѣзко у его дна. Впослѣдствіи Виноградскій для полученія культуръ сѣрныхъ бактерій съ успѣхомъ примѣнилъ корневище Butomus umbellatus.

Chromatium minutissimum Winogr.

Winogradsky, l. c., pag. 100.

Эллиптическія клѣтки этого организма изъ Могильнаго озера едва достигаютъ величины 0,6—1 μ. (у Виноградскаго—1,2 μ.) при ширинѣ 0,5—0,7 μ. Окраска воды, въ которой преобладаютъ подвижныя формы этого организма, а также пленка, образовавшаяся на стѣнкахъ сосуда подобны окраскѣ, свойственной Chromatium vinosum.

Chromatium minus Winogr.

Winogradsky, l. c., page 99.

Среди клѣтокъ различныхъ пурпурныхъ бактерій мнѣ попадались отдѣльныя клѣтки, достигавшія 7 μ. въ длину при 3 μ. ширины, т. е. сходныя по описанію съ Chromatium munus, за каковой организмъ я ихъ и принимаю. (Табл. II, рис. 10 и 11).

Chromatium Okenii (Ehrenberg) Perty.

Monas Okenii. Ehrenberg, Die Infusionstierchen. 1838.

Chromatium Okenii. Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. 1852.

Winogradsky, Beitrage zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. I. Schwefelbakterien. 1888. pag. 97.

Образуетъ въ сосудахъ съ иломъ ярко окрашенныя, небольшія, не достигающія величины булавочной головки, скопленія (колоніи). Величина отдѣльныхъ клѣтокъ 10 μ. въ длину и 5,5 μ. въ ширину (табл. II, рис. 9). Конъ даетъ для этого Chromatium иные размѣры—7,5—15 μ., Виноградскій—8 μ. длина и 6—6,9 μ. ширина. Вармингъ указываетъ, что Monas Okenii (Chromatium Okenii) изъ моря круппѣе, чѣмъ изъ прѣсной воды [1]).

Chromatium Gobii mihi.

Клѣтки этого организма весьма сходны въ Chromatium Okenii, но отличаются отъ нихъ большими размѣрами: въ длину 20—25 μ. при ширинѣ въ 10 μ. Своими размѣрами онъ нѣсколько отличается такъ же отъ Chromatium Warmingii (Cohn) Mig., длина котораго 15—20 μ.

[1]) Warming, l. c., pag. 4.

при ширинѣ 8 μ. Chromatium образуетъ большія неподвижныя клѣтки съ рѣзко выраженными каплями сѣры. (Табл. II, рис. 12). Я предлагаю назвать этотъ организмъ Chromatium Gobii, въ честь проф. Х. Я. Гоби, давшаго мнѣ возможность работать въ И. СПБ. Университетѣ по бактеріологіи.

Въ клѣткахъ многихъ Chromatium можно подмѣтить существованіе какъ бы безцвѣтной вакуоли. Иногда эта вакуоль посрединѣ тѣла, иногда на одномъ изъ кончиковъ, образуя какъ бы безцвѣтный носикъ. Такія формы, у меня встрѣчались только въ старыхъ, долго простоявшихъ въ лабораторіи, культурахъ [1]). Клѣтки эти не потеряли окончательно способность къ размноженію, но процессъ дѣленія у нихъ происходитъ не часто и протекаетъ чрезвычайно медленно, чаще всего не оканчиваясь, но образуя двойныя бисквитообразныя клѣтки. Такое частичное или полное исчезаніе пигмента описано Бючли [2]) и наблюдалось такъ же другими авторами. Сѣры въ нихъ я не наблюдалъ. Все это склоняетъ меня къ предположенію, что подобныя клѣтки (Chromatium vinosum?) надо разсматривать, какъ инволюціонныя формы, близкія къ некрозу [3]). (Табл. II. рис. 13). Среди такихъ отмирающихъ клѣтокъ попадаются формы, напоминающія картины, описанныя Фёрстеромъ [4]): между двумя клѣтками находится какъ бы нитевидный выростъ, соединяющій ихъ между собой.

Rhabdochromatium roseum (Cohn) Winogr.

Rhabdomonas rosea. Cohn, Untersuchungen über Bakterien, II. Beiträge zur Biologie. Bd. I. 1875. Heft. 3. pag. 167
Winogradsky, l. c. pag. 100.

Среди скопленій пурпурныхъ бактерій неправильно вытянутое или грушевидное тѣло Rhabdochromatium сразу бросается въ глаза. Размѣры отдѣльно лежащихъ клѣтокъ имѣютъ въ длину 6 — 8 μ., а въ ширину 4 μ. Размѣры, даваемые для Rhabdomonas rosea Кономъ, нѣсколько иные: ширина 3,6—5 μ, (что довольно близко подходитъ къ клѣткамъ, встрѣчавшимся въ моихъ культурахъ), длина 20—30 μ. тогда какъ мнѣ попадались клѣтки почти втрое короче; Виноградскій наблюдалъ клѣтки Rhabdochromatium длиной въ 15—30 μ. и шириной въ 3—7 μ. Надо,

[1]) Warming, l. c., pag. 4.

[2]) Bütschli, Ueber den Bau der Bakterien und verwandten Organismen. Leipzig. 1890.

[3]) Исаченко, Б. Л. О плеоморфизмѣ Stichococcus bacillaris. Ботан. Записки, издаваемыя подъ ред. проф. Х. Я. Гоби. 1911.

[4]) Förster, Ueber eine merkwürdige Erscheinung bei Chromatium Okenii, l. c.

однако, имѣть въ виду, что Конъ даетъ размѣры для клѣтокъ, вытянувшихся, находящихся въ стадіи дѣленія. Пигментъ Rhabdochromatium въ большемъ количествѣ находится въ болѣе широкомъ концѣ клѣтки, тогда какъ противоположный вытянутый носикъ большею частью совершенно безцвѣтный. Подвижныя формы Rhabdochromatium напоминаютъ до извѣстной степени зеленыхъ Euglena. Почти у каждаго организма (табл. II, рис. 14) я наблюдалъ небольшую безцвѣтную вакуоль, подобную тѣмъ, которыя Конъ наблюдалъ у Rhabdomonas rosea, тогда какъ Виноградскій ничего не говоритъ о существованіи вакуоли у его Rhabdochromatium и не изображаетъ ее на даваемыхъ имъ рисункахъ. Возможно, что вакуоль является образованіемъ позднѣйшимъ; въ сравнительно молодыхъ культурахъ, съ которыми имѣлъ дѣло Виноградскій, онѣ не попадаются.

Особый взглядъ на Rhabdochromatium высказываетъ Надсонъ [1]). По его мнѣнію этотъ родъ, установленный Кономъ подъ названіемъ Rhabdomonas и впослѣдствіи Виноградскимъ подъ названіемъ Rhabdochromatium, совершенно не самостоятеленъ, а представляетъ собой „довольно живучее дегенеративное потомство хромацієвъ“. При этомъ типичныя для Rhabdochromatium веретеновидныя клѣтки не всегда, повидимому, сохраняютъ способность дѣлиться, такъ какъ нить, удлиняясь и достигая 40 μ., „тщетно стремится раздѣлиться на отдѣльныя клѣточки“, но только иногда дѣленіе происходитъ и тогда, по словамъ Надсона, „получается цѣпь, на одномъ концѣ которой нормальныя клѣтки, а на другомъ аномально измѣненныя“. Въ виду этого Надсонъ считаетъ подобныя клѣтки за „дегенеративныя“ и за „инволюціонныя формы“ совершенно такія же, какъ инволюціонныя формы, описанныя Ганзеномъ у уксусныхъ бактерій. Не касаясь здѣсь того, что инволюціонныя формы я не называлъ бы дегенеративными, такъ какъ вопросъ о примѣненіи терминовъ инволюція и дегенерація мною уже разобранъ [2]), я полагалъ бы, что пока имѣется у насъ еще недостаточно данныхъ, чтобы сравнивать тѣ формы, которыя были въ культурахъ Надсона, съ формами описанными Кономъ и Виноградскимъ. Формы, описываемыя Надсономъ, дѣйствительно, по всѣмъ вѣроятіямъ, инволюціонныя формы, происшедшія отъ Chromatium, такъ какъ авторъ наблюдалъ всѣ переходы отъ нормальнаго Chromatium къ вытянутымъ или грушевиднымъ клѣткамъ, и Надсонъ правъ, считая ихъ за инволюціонныя; тогда какъ тѣ формы, которыя наблюдали Конъ и Виноградскій, обладаютъ способностью дѣлиться, размножаются и даютъ организмы, тождественные съ мате-

---

[1]) Надсонъ, Г. А. Наблюденія надъ пурпурными бактеріями. Извѣстія И. Спб. Ботаническаго Сада. Т. III. Спб. 1903 стр. 99.

[2]) Исаченко, О плеоморфизмѣ Stichococcus bacillaris. l. c.

ринскими клѣтками, т. е. наблюдается извѣстная константность признаковъ, не свойственная, обыкновенно, инволюціоннымъ формамъ и говорящая, какъ мнѣ думается, противъ отождествленія организмовъ, хотя и сходныхъ между собой внѣшнимъ образомъ, но различнаго, повидимому, происхожденія.

Среди формъ, развившихся въ сосудахъ встрѣчались организмы, напоминающіе рисунки 14 и 15 на таблицѣ XXIII у Рей-Ленкестръ [1]).

Клѣтки этого организма дѣлятся по двумъ взаимноперпендикулярнымъ направленіямъ, при чемъ образуются шарообразныя тѣла, окруженныя тѣсной оболочкой, внутри которой и происходитъ процессъ дѣленія. Клѣтки принимаютъ при этомъ слегка угловатую форму, вслѣдствіе взаимнаго давленія другъ на друга.

Кромѣ Ланкестра подобный организмъ не изображенъ ни у кого изъ послѣдующихъ изслѣдователей пурпурныхъ бактерій. Я не находилъ тождественныхъ рисунковъ или описанія ни у Варминга ни у Виноградскаго.

По способу дѣленія, по двумъ направленіямъ, этотъ организмъ сходенъ съ Thiopedia, но этимъ и кончается сходство. Съ Lamprocystis, дѣлящимся сначала по 3 направленіямъ, а потомъ по двумъ, онъ также не сходенъ.

Среди другихъ пурпурныхъ бактерій и среди растительныхъ остатковъ ила попадаются цѣпочки, состоящія изъ 3—5 клѣточекъ въ 3—4 μ нѣсколько сплюснутыхъ въ мѣстахъ соприкосновенія другъ съ другомъ, розовыхъ, съ весьма малымъ количествомъ сѣры внутри клѣтокъ. Иногда сѣра въ нихъ совершенно не замѣтна, онѣ имѣютъ видъ отмирающихъ организмовъ и напоминаютъ рисунки Варминга (табл. VIII рис. 5). Вармингъ [2]) считаетъ эти клѣтки за отмирающія Torula-Form; клѣтки эти у него почти совершенно лишены капелекъ сѣры, тогда какъ тѣ цѣпочки, которыя мнѣ пришлось наблюдать (табл. II, рис. 4), сѣру содержали и я затруднился принять ихъ за отмирающія или инволюціонныя формы какого-нибудь организма, но прослѣдить ихъ развитіе, за неимѣніемъ свѣжаго матеріала, мнѣ не удалось. Возможно, что эти цѣпочки образованы однимъ изъ Chromatium [3]).

Кромѣ пурпурныхъ сѣрныхъ бактерій я не находилъ въ илу Могильнаго озера другихъ сѣрныхъ бактерій — безцвѣтныхъ, несмотря на то, что неоднократно просматривалъ съ этой цѣлью, какъ илъ, взятый изъ озера, такъ и илъ, пролежавшій въ лабораторіи въ тѣхъ сосудахъ, въ которыхъ происходило развитіе пурпурныхъ бактерій.

---

[1]) Ray-Lankester, E. On a Peach-coloured Bacterium-Bacterium rubescens n. s. Quarterly Journal of Microscopical Science. London. 1873. pag. 408.

[2]) Warming, l. c. pag. 351 (47).

[3]) Надсонъ, l. c.

На основаніи этого я не имѣю еще права отрицать существованіе въ водѣ Могильнаго озера Beggiatoa, но думаю, что Beggiatoa принадлежитъ, во всякомъ случаѣ, къ организмамъ не особенно распространеннымъ въ этихъ водахъ, насколько, конечно, можно судить по взятымъ пробамъ.

Способность окислять сѣрныя соединенія свойственна, кромѣ такъ называемыхъ сѣрныхъ бактерій (пурпурныхъ и безцвѣтныхъ), и другимъ микроорганизмамъ. Такъ, Натансонъ [1]) описалъ бактерій, найденныхъ имъ въ водѣ Неаполитанскаго залива, которыя окисляютъ сѣроводородъ и сѣрноватистокислыя соли въ соли тетратіоновой и сѣрной кислоты, являющіяся продуктами ихъ дыханія:

$$3Na_2S_2O_3 + 5\,O = S_2 < {SO_3Na \atop SO_3Na} + 2\,SO_4\,Na_2.$$

Бактеріи эти, такъ называемыя тіоновокислыя, ростутъ въ морской водѣ, къ которой прибавлено 0,1—1% сѣрноватистонатріевой соли, при этомъ внѣ бактерій въ окружающей ихъ средѣ выдѣляется сѣра.

Бейеринкъ [2]) нашелъ, что у береговъ Голландіи точно такъ же встрѣчаются бактеріи, способныя окислять сѣрноватистокислыя соли и сѣру, образуя при этомъ сѣрнокислыя соединенія. Эти бактеріи получили отъ Бейеринка названіе Thiobacillus thioparus. Въ свою очередь мнѣ пришлось найти въ водѣ и въ верхнихъ слояхъ ила Екатерининской гавани организмы, способные окислять какъ $Na_2S_2O_3$ такъ и сѣру съ образованіемъ сульфатовъ.

Для выдѣленія бактерій, образующихъ сульфаты, я воспользовался прежде всего средой изъ морской воды къ которой было прибавлено 1% $Na_2S_2O_3$. Среда была простерилизована и засѣяна иломъ изъ Екатерининской гавани, взятымъ изъ поверхностныхъ его слоевъ [3]). Въ культурахъ на поверхности питательной среды появилось слабо замѣтное кольцо, состоящее изъ капелекъ сѣры, между которыми были подвижныя неспороносныя палочки и спириллы (рис. 52).

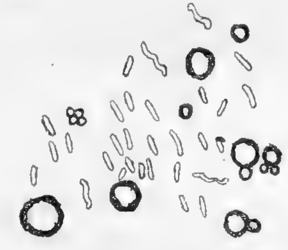


Рис. 52. Микроорганизмы изъ нечистой культуры. Среди сѣры палочки и спириллы. Увел. 800.

Послѣ этого изъ той же морской воды съ $Na_2S_2O_3$ приготовлена среда, къ которой былъ прибавленъ агаръ. Среда

[1]) Nathansohn, A. Ueber eine neue Gruppe von Schwefelbakterien und ihren Stoffwechsel. Mittheilungen aus der zool. Station zu Neapel. Bd. XV. Berlin. 1902. pag. 655.

[2]) Beijerinck, M. W. Phénomènes de réduction produits par les microbes. Archives Néerlandaises des sciences exactes et natureles. Série II. T. IX. 1904. pag. 131. Ueber die Bakterien, welche sich im Dunkeln mit Kohlensäure als Kohlenstoffquelle ernähren können. Centr. für Bakteriol. II. Abt. Bd. XI. 1904. pag. 593.

[3]) Посѣвы иломъ изъ Могильнаго озера дали отрицательный результатъ я не нашелъ въ нихъ бактерій окисляющихъ H_2S внѣ клѣтки.

простерилизована и на агаръ, застывшій въ косомъ положеніи, былъ сдѣланъ посѣвъ изъ жидкой среды. На агарѣ уже на 3 день появились мелкія сѣроватыя колоніи, окруженныя налетомъ сѣры.

Затѣмъ была взята среда слѣдующаго состава:

$NaCl$	3 %
$MgCl_2$	0,25 „
KNO_3	0,1 „
Na_2HPO_4	0,05 „
$Na_2S_2O_3$	1 „
$MgCO_3$	въ осадкѣ

изъ того же ила былъ сдѣланъ посѣвъ въ колбочки, въ которыя эта среда была налита тонкимъ слоемъ (0,5—1 сант.). Уже черезъ 3 дня въ колбочкахъ можно было обнаружить сѣрнокислыя соединенія.

Путемъ постепенныхъ пересѣвовъ удалось очистить культуры отъ постороннихъ организмовъ и на косо застывшемъ агарѣ получить колоніи искомаго организма. Посѣвъ изъ колоніи въ выше приведенную среду оказался удачнымъ и въ колбочкахъ черезъ 5 дней были обнаружены сѣрнокислыя соединенія. Замѣняя $Na_2S_2O_3$ сѣрнымъ цвѣтомъ также можно было замѣтить развитіе бактерій и образованіе въ теченіе 5—7 дней сѣрнокислыхъ соединеній. (Опредѣленіе сѣрнокислыхъ соединеній производилось съ помощью хлористаго барія).

Развивающійся въ культурахъ организмъ, способный окислять $Na_2S_2O_3$ и сѣру до сѣрной кислоты, имѣлъ видъ тонкой слегка изогнутой подвижной палочки (длина 4—5μ. и шириной 0,9 μ.). По Граму не окрашивается; слабо окрашивается обыкновенными анилиновыми красками. Споръ не образуетъ (рис. 53).



Рис. 53. Бактеріи изъ чистой культуры, среди нихъ капельки сѣры. Увел. 1000.

Развиваясь въ средѣ Натанзона мути не образуетъ; поэтому опредѣлить въ какихъ сосудахъ происходитъ его развитіе, а въ какихъ не происходитъ—по внѣшнему виду сосуда почти не возможно, такъ какъ въ нихъ не замѣтно ни мути, ни пленки, ни другихъ какихъ либо внѣшнихъ признаковъ, свидѣтельствующихъ о развитіи бактерій. Только изслѣдованіе среды съ помощью микроскопа и реакція хлористаго барія на сѣрную кислоту указываютъ на развитіе бактерій, окисляющихъ сѣристыя соединенія.

На средѣ Натанзона (съ агаромъ) микроорганизмъ развивается даже при комнатной температурѣ уже на 2-й день въ видѣ бѣловатаго точечнаго налета.

При температурѣ въ 30° Ц. образованіе сульфатовъ замѣтно въ жидкой средѣ на 2-й день [1]). На поверхности питательной среды бываютъ замѣтны бѣловатые островки, какъ бы обрывки бактеріальной пленки. Въ контрольныхъ колбочкахъ съ той же средой, поставленныхъ въ тѣ же самыя условія, что и зараженныя, образованія сульфатовъ не наблюдалось. Организмъ, развивающійся въ описанныхъ условіяхъ и обладающій способностью окислять сѣру и $Na_2S_2O_3$ (а вѣроятно и H_2S)—въ сѣрнокислыя соединенія, я считаю, по всѣмъ вѣроятіямъ, тождественнымъ съ Thiobacillus thioparus Beijerinck.

Изъ тѣхъ немногихъ данныхъ, которыя я собралъ относительно процессовъ, совершающихся въ Могильномъ озерѣ, можно видѣть, что въ этомъ озерѣ идетъ, какъ процессъ образованія сѣроводорода на счетъ возстановленія сульфатовъ дѣятельностью Microspira aestuarii, такъ и путемъ разложенія органическихъ веществъ бактеріями гніенія. Параллельно ему совершается окислительный процессъ, въ которомъ сѣроводородъ окисляется сѣрными микроорганизмами (пурпурными), образующими скопленія на верхней границѣ его распространенія.

Въ Екатерининской гавани точно такъ же идетъ образованіе сѣроводорода двойнымъ путемъ двумя группами организмовъ, а окисленіе его сѣрноватистыхъ соединеній и сѣры происходитъ подъ вліяніемъ безцвѣтныхъ окислительныхъ бактерій (Thiobacillus thioparus), развивающихся въ видѣ налета по поверхности, лежащаго на днѣ гавани ила. Возможно, что и въ Екатерининской гавани находятся сѣрные микроорганизмы (безцвѣтные и пурпурные) которые, однако, не образуютъ здѣсь слоевъ розовой воды, такъ какъ и условія въ гавани другія, чѣмъ въ озерѣ.

[1]) Когда работа моя была закончена, появилась статья Якобсена (J a c o b s e n, H. C. Die Oxydation von elementarem Schwefel durch Bakterien. Folia Microbiologica I Jahr. Heft 4. 1912. pag. 487), въ этой статьѣ описывается среда мало чѣмъ отличающаяся отъ среды Натанзона. Я приготовилъ среду Якобсена:

H_2O — 100 гр.
K_2HPO_4 — 0,05 »
NH_4Cl — 0,05 »
$Mg\,Cl_2$ — 0,02 »
$MgCO_3$ — 2 »
$NaCl$ — 3 »
S (въ мелко-измельченномъ видѣ)

и посѣялъ на эту среду бактеріальный налетъ изъ амфаретоваго ила Екатерининской гавани. Развилась та же самая форма, что и на средѣ Натанзона, образующая сульфаты съ такой же энергіей.

Глава IX.

О процессахъ и микроорганизмахъ, значеніе и роль которыхъ еще не ясны.

«Aujourd'hui l'océan cache encore bien des mysteres».

Thoulet.

«Je tiefer sich das Wesen der kleinsten Lebensformen meinem Sehen und Denken erschloss, desto dringender wurde daher das Bedürfniss einer für unsere *jetzige Kenntniss* einigermassen befriedigenden *Klassifikation*.

Perty.

Тѣ процессы, которые подъ вліяніемъ жизнедѣятельности микроорганизмовъ могутъ, повидимому, происходить въ глубинахъ изслѣдованнаго мною басейна, могли быть описаны мною лишь настолько, насколько я успѣлъ собрать данныхъ при своихъ подготовительныхъ, какъ я тогда думалъ, работахъ по изученію микробіологіи Сѣвернаго Ледовитаго океана. Но, кромѣ уже упомянутыхъ процессовъ, возможно разсчитывать, мнѣ кажется, что дальнѣйшія наблюденія позволятъ установить присутствіе въ водѣ океана еще и другихъ микроорганизмовъ, которыхъ значеніе въ круговоротѣ веществъ тоже не малое, но пока еще не достаточно изученное. Наконецъ, помимо этого, въ водѣ океановъ были уже обнаружены многими изслѣдователями организмы, которые встрѣчаются въ водѣ какъ самое заурядное явленіе, но о которыхъ, какъ напр., о различныхъ Torula, мы даже приблизительно не знаемъ какова ихъ здѣсь доля участія въ образованіи или разрушеніи сложныхъ веществъ.

Въ этой главѣ я хотѣлъ бы сообщить тѣ краткія наблюденія, которыя получились у меня о микроорганизмахъ, повидимому, встрѣчающихся въ водѣ сѣвернаго океана, но о которыхъ дать болѣе подробныя свѣденія я не могъ, какъ вслѣдствіе высокой чувствительности большинства изъ нихъ къ перемѣнамъ среды, такъ и малой изученности условій ихъ существованія, а вслѣдствіе этого почти полной невозможности вести одновременно наблюденія, вдали отъ свѣжаго исходнаго матеріала, надъ нѣсколькими процессами къ тому же, какъ я сказалъ, почти не затро-

нутыми изслѣдователями. Но будущему изслѣдователю, поставленному въ болѣе подходящія условія, можетъ быть удастся на мѣстѣ изслѣдовать какъ эти, пока мало изученные процессы, такъ и ихъ возбудителей, поэтому упомянуть о моихъ наблюденіяхъ я полагаю не лишнимъ.

О Thiobacillus denitrificans.

Въ 1904 году Бейеринкъ [1]) описалъ Thiobacillus denitrificans, выдѣленный имъ изъ воды каналовъ Дельфта и развивающійся въ средѣ лишенной органическаго вещества. Бейеринкъ склоненъ приписать большое значеніе процессамъ, вызываемымъ этимъ организмомъ, такъ какъ Thiobacillus denitrificans, развиваясь въ глубинахъ морей на счетъ находящейся тамъ въ изобиліи, какъ онъ думаетъ, сѣры, можетъ образовать большія количества органическаго вещества. Что касается денитрификаціи, которую этотъ организмъ вызываетъ въ минеральной средѣ:

H_2O	100
S	10
KNO_3	0,05
Na_2CO_3	0,02
$CaCO_3$	2
K_2HPO_4	0,02
$MgCl_2$	0,01

то процессъ этотъ можетъ быть представленъ въ слѣдующемъ видѣ:

$$6\ KNO_3 + 5S + 2\ CaCO_3 = 3\ K_2SO_4 + 2\ CaSO_4 + 2\ CO_2 + 3\ N_2.$$

Эта реакція изотермическая и на 1 гр. разложенной KNO_3 развивается 1 калорія. Въ поискахъ Thiobacillus denitrificans, мною былъ взятъ илъ изъ Ледовитаго океана (вблизи о. Кильдина) и изъ Могильнаго озера, частицами ила заражены были склянки со средой вышеуказаннаго состава. Склянки наполнены были до верху и пробки залиты парафиномъ. Изъ трехъ сосудовъ, зараженныхъ иломъ Ледовитаго океана, образованіе нитритовъ было замѣчено только въ одномъ изъ сосудовъ и то въ слабой степени, а въ трехъ сосудахъ, зараженныхъ иломъ Могильнаго озера, образованія нитритовъ не наступило даже черезъ 16 мѣсяцевъ.

Для выясненія, существуютъ ли въ водѣ океана бактеріи, близкія къ описаннымъ Ванъ Итерсономъ [2]) бактеріямъ, пользующимся какъ

[1]) Beijerinck, M. W. Ueber die Bakterien welche sich im Dunkeln mit Kohlensäure als Kohlenstoffquelle ernähren können. Centr. für. Bakter. II Abt. Bd. XI. 1904. pag. 593.

[2]) Van Iterson jr. C. Die Zersetzung von Cellulose durch aërobe Mikroorganismen. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XI. 1903. pag. 689.

источникомъ углерода при денитрификаціи целлюлезой, была приготовлена описанная имъ среда и склянки были заполнены ею до верха:

Водопроводная вода	100 к. с.
KNO_3	0,25 гр.
K_2HPO_4	0,05 „
NaCl	3,00 „
Шведской бумаги	2,00 „

Посѣвъ былъ сдѣланъ придонной водой, взятой у береговъ Новой Земли. Ватныя пробки въ сосудахъ залиты парафиномъ. Уже на 5-й день было замѣчено образованіе нитритовъ, но полнаго разрушенія всѣхъ взятыхъ азотнокислыхъ солей не произошло даже по истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ.

О свѣтящихся бактеріяхъ.

Свѣченіе моря на Мурманѣ представляетъ явленіе, хорошо извѣстное мѣстнымъ жителямъ и обыкновенно ежегодно повторяющееся при наступленіи осеннихъ вечеровъ. Что свѣтящіяся бактеріи преимущественно морскіе обитатели показано многими изслѣдованіями[1]). Вездѣ, почти во всѣхъ моряхъ обнаружено ихъ присутствіе.

Для исдѣдованія воды Ледовитаго океана мною 13 іюля 1906 года была взята только что пойманная сайда и положена на тарелку, въ которой было налито немного прокипяченой и остуженной морской воды. Вода доходила только до половины тѣла рыбы. Рыба была поставлена въ холодный подвалъ и 17 іюля на ней можно было замѣтить свѣтящіяся колоніи. 18 іюля было поймано двѣ трески, положены на тарелку съ морской водой и поставлены въ подвалъ. 20 іюля на рыбахъ были замѣчены свѣтящіяся колоніи, вода въ тарелкѣ при взбалтываніи въ свою очередь свѣтилась. Часть свѣтящейся колоніи была снята платиновой иглой и разсмотрѣна подъ микроскопомъ въ ней оказалась подвижная маленькая палочка. Посѣвъ въ рыбный бульонъ далъ слабо свѣтящуюся культуру, которую изслѣдовать въ Петербургѣ не удалось, такъ какъ бактеріи къ тому времени перестали свѣтиться, но существованіе свѣтящихся бактерій въ водѣ Екатерининской гавани фактъ, по моему мнѣнію, не подлежащій сомнѣнію.

[1]) Многочисленная литература о свѣтящихся бактеріяхъ собрана, между прочимъ, въ книгѣ Молиша (Molisch, H. Leuchtende Pflanzen. Jena 2 Aufg. 1912).

О пигментныхъ бактеріяхъ.

Морская вода не лишена пигментныхъ бактерій и еще Фишеръ [1]) показалъ въ своей работѣ, что въ Атлантическомъ океанѣ встрѣчаются хромогенныя бактеріи: Halibacterium roseum, образующая розовый пигментъ, переходящій потомъ въ краснобурый; Halibacterium aurantiacum—образующая оранжевыя колоніи; Halibacterium rubrofuscum—образующая коричнево красный пигментъ; Halibacterium purpureum—образующая вишневокрасный пигментъ. Циклинская тоже выдѣлила изъ морской воды, взятой вблизи южнаго полюса, нѣсколько видовъ микроорганизмовъ, образующихъ розовый, желтоватый и зеленый пигментъ (похожій, но не идентичный, съ пигментомъ Bacillus pyocyaneus Ernst.). Другими изслѣдователями, въ свою очередь, были обнаружены въ морской водѣ хромогенныя бактеріи (напр., Bacillus kilensis, Bacillus ruber balticus и др. [2]), такъ что условія для ихъ существованія въ морѣ, вѣроятно, болѣе или менѣе подходящи. Мнѣ, среди выдѣленныхъ мною бактерій, точно такъ же попались такія, которыя могутъ быть съ нѣкоторымъ основаніемъ отнесены къ хромогеннымъ. О нихъ упомянуто мною въ различныхъ мѣстахъ работы, въ зависимости отъ участія ихъ въ тѣхъ или другихъ процессахъ, таковы, напр., образующія на косо застывшемъ агарѣ налеты: бѣлаго цвѣта—Micrococcus minutissimus, M. marinus, M. Catharinensis, M. gelatinosus; желтаго и коричневаго—Micrococcus boreus, M. centropunctatus, Bacterium flavum, B. Linkoi, B. septentrionale; окрашивающіе агаръ въ зеленый цвѣтъ—Bacterium Breitfussi.

Но, кромѣ описанныхъ формъ, образующихъ желтый, оранжевый, коричневатый или зеленоватый пигментъ, мнѣ попались въ пробѣ воды, взятой на станціи 1370 (70°27′N 42°20′E) нѣсколько бактерій образующихъ красноватые и желтоватые пигменты: розовый, красный, темнокрасный, желтый, соломенный и т. п. Эти организмы были выдѣлены мною изъ посѣвовъ нитрифицирующихъ бактерій; онѣ слабо, но все же замѣтно, развивались въ средѣ Виноградскаго лишенной органическаго вещества, а красная форма даже весьма сильно развивалась на гипсомагнезіальныхъ блокахъ, примѣнявшихся мною для полученія чистыхъ культуръ нитрифицирующихъ организмовъ (ср. стр. 100). Блоки въ нѣкоторыхъ посѣвахъ покрывались красными налетами этой бактеріи сплошь. Всѣ эти формы оказались неподвижными, не образующими споръ, кокками. Размѣры кокковъ были 1,2—1,5 μ. Они великолѣпно развивались на

[1]) Fischer, B. Die Bakterien des Meeres l. c.

[2]) Du Bois Saint-Sevrin, Panaris des pêcheures et microbe rouge de la sardine. Annales de l'Inst. Pasteur. 1894.

Le Dantec, F. Etude de la morue rouge. Annales de l'Inst. Pasteur. 1891.

косозастывшемъ рыбномъ агарѣ съ 3% морской соли (табл. I рис. 13—15). Точно такъ же хорошо развивались на поверхности картофеля, проваренномъ въ 4% растворѣ морской соли. Я не могъ подмѣтить у нихъ какихъ либо свойствъ, которыя позволили бы отнести ихъ къ одной изъ описанныхъ выше группъ, но пигменты ихъ своими разнообразными оттѣнками останавливали вниманіе и убѣждали въ томъ, что присутствіе морской соли (3 — 3,5%) не задерживаетъ образованія разнообразныхъ пигментовъ [1]). При выдѣленіи нитрифицирующихъ организмовъ изъ почвы пигментныя бактеріи, повидимому, довольно часто являются спутниками нитрифицирующихъ бактерій [2]).

О розовыхъ и черныхъ дрожжахъ.

Красныя или розовыя дрожжи принадлежатъ къ организмамъ, распространеннымъ не только въ почвѣ, какъ это доказано многими наблюденіями, но, повидимому, онѣ вообще широко распространены такъ же въ водѣ морей и рѣкъ. Бернгардтъ Фишеръ [3]) находилъ розовыя дрожжи въ громадномъ количествѣ въ морской водѣ: такъ, въ Вильгельмсгафенѣ въ разливкахъ было найдено изъ 262 колоній различныхъ организмовъ—20 колоній розовыхъ дрожжей.

Точно такъ же въ довольно большомъ количествѣ найдены были дрожжи въ Каттегатѣ, вблизи береговъ Гренландіи и Норвегіи, въ открытомъ океанѣ на разстояніи въ 5 и въ 210 милей отъ ближайшей земли,—однимъ словомъ, онѣ были обнаружены почти во всѣхъ сѣверныхъ частяхъ Атлантическаго океана. Чѣмъ дальше на югъ, тѣмъ число ихъ становится меньше, и уже на станціяхъ подъ 46°33′N и 52°3′E Фишеръ ихъ больше не находитъ и заноситъ въ журналъ въ видѣ примѣчанія „keine Hefe mehr“, тогда какъ общее число колоній другихъ организмовъ было 690 на 1 куб. сант. воды. Вообще же самое южное ихъ мѣстонахожденіе было 31°55′—33°27′N (въ Саргассахъ).

Во время рейса въ теченіе іюля, августа и сентября отсутствіе дрожжей наблюдалось отъ 46°N вплоть до экватора и только въ концѣ октября, находясь подъ 37°12′N и 26°42′E въ Гольфштремѣ въ 35 миляхъ отъ S. Miguel, Фишеръ снова замѣчаетъ появленіе въ желатиновыхъ разливкахъ колоній (21) бактерій и дрожжей, а среди нихъ находитъ 1 черный, 1 красный и 3 оранжевыхъ вида дрожжей [4]).

[1]) Schmidt-Nielsen, Sigval. Chemical and Microbiological Investigations on the Curing of Hering. Report on Norwegian Fischery and Marine - Investigations. Vol. I. 1900. № 8. Kristiania 1900.

[2]) Cp. Winogradsky, S. Zur Mikrobiologie des Nitrifikationsprocesses. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. II 1896.

[3]) Fischer, B. Die Bakterien des Meeres. Ergebnisse der Plankton-Expedition. Bd. IV. Kiel. 1894.

[4]) Fischer, l. c. pag. 34.

Всѣ виды дрожжей, выдѣленные Фишеромъ изъ морской воды, развивались на обыкновенной желатинѣ лучше, чѣмъ на желатинѣ съ морской водой [1]). На солодовой желатинѣ (Würzegelatine) онѣ броженія не вызывали.

Основываясь только на томъ, что выдѣленныя дрожжи плохо развивались въ средахъ съ морской водой, трудно, конечно, составить сколько нибудь надежное заключеніе объ ихъ происхожденіи; даже если бы всѣ дрожжи морской воды были бы заноснаго происхожденія, то необходимо все же указать, что онѣ могутъ здѣсь расти и размножаться, такъ какъ еще изъ давнишнихъ изслѣдованій Лорана [2]) извѣстно, что дрожжи наслѣдственно могутъ быть пріучены къ большимъ дозамъ солей.

Присутствіе дрожжей въ морской водѣ и соленыхъ растворахъ, помимо Фишера, было указано и другими авторами (Вемеръ) [3]), при чемъ нѣкоторыми авторами указывается на преобладаніе колоній дрожжей по сравненію съ бактеріями (50—70% всѣхъ колоній Минервини [4]). Выдѣлены были дрожжи не только изъ воды Сѣвернаго полушарія, но такъ же изъ морской воды, взятой вблизи южнаго полюса экспедиціей Шарко [5]), при чемъ у полюса найдено было два вида дрожжей. На сколько можно судить изъ краткаго описанія найденныхъ дрожжей, всѣ онѣ принадлежали, преимущественно, къ розовымъ (краснымъ) дрожжамъ и только Фишеромъ были найдены черныя дрожжи, описанія которыхъ онъ, однако, не даетъ.

Могу еще указать, въ заключеніе, что розовыя дрожжи были находимы такъ же въ водѣ бассейновъ съ очень значительной концентраціей солей; такъ, ихъ нашли, напр., въ водѣ Одесскихъ лимановъ Зильберъ бергъ и Вейнбергъ [6]).

---

1) Fischer, l. c. pag. 24.

2) Laurent, Recherches physiologiques sur les Levures. Mémoires de la Société belge de microscopie. T. XIV. 1890.

Rahn, O., Brown, C. W. und Smith L. M. Die Haltbarkeit der Butter in Kalthäusern. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXVI. 1910, pag. 53. Указаніе, что Torula, изъ масла росла на агарѣ при 24% хлористаго натрія.

3) Wehmer, C. Zur Bakteriologie und Chemie der Häringslake. Centr. f. Bakt. II. 1897.

Zur Bakteriologie und Chemie der Häringslake. Abhandlungen des Deutschen Seefischerei-Vereins. Bd. III. (Годъ не указанъ).

4) Minervini, K. Einige bakteriologische Untersuchungen über Luft und Wasser inmitten des Nordatlantischen Oceans. Zeitsch. f. Hyg. und Infektionskr. Bd. XXXV. 1900.

5) Tsiklinsky, La Flore microbienne dans les régions du pôle sud. Expedition antarctique française (1903—1905) commandée par le Dr. Jean Charcot. Paris. 1908.

6) Вейнбергъ, М. С. и Зильбербергъ, Л. А. Къ вопросу о бактеріяхъ раны и грязи Куяльницкаго лимана. Записки Новор. Общ. Естеств. Т. XXII, в. 2.

О томъ, какое значеніе могутъ имѣть дрожжи для біологическихъ процессовъ, происходящихъ въ моряхъ—совершенно ничего не извѣстно, тѣмъ болѣе, что нѣтъ даже достаточно убѣдительныхъ данныхъ о томъ, что ихъ можно считать за морскіе организмы или за организмы, способные развиваться въ морѣ. Тѣ немногія наблюденія, которыя имѣются въ литературѣ, а такъ же тѣ наблюденія надъ дрожжами (розовыми и черными) изъ Сѣвернаго Ледовитаго океана, которыя были теперь произведены нами, показываютъ, что онѣ не лишены способности расти и размножаться въ водѣ съ 3—4% морской соли, слѣдовательно нѣкоторое участіе въ біологическихъ процессахъ онѣ могутъ принимать, но остается не рѣшеннымъ вопросъ—какое участіе и въ какихъ процессахъ?

Возстановительная способность дрожжей извѣстна [1]) и Лоранъ [2]) напр., признаетъ, за ними слабую способность возстановлять азотнокислыя соли, что особенно замѣтно при броженіи очень богатаго сахаромъ виноградного сусла, когда всѣ прибавленныя азотнокислыя соли востановляются. Вольфъ [3]) такъ же указываетъ на способность красныхъ и оранжевыхъ дрожжей денитрифицировать. Въ послѣднее время это подтвердилъ Круйфъ для Torula bogoriensis rubra [4]). Другіе авторы, въ прочемъ, отрицаютъ за дрожжами эту способность (Коль) [5]), на этомъ особенно настаиваетъ Бейеринкъ [6]).

Другой вопросъ, касающійся возстановительной способности дрожжей, тѣсно связанъ съ выясненіемъ условій, при которыхъ дрожжи образуютъ сѣроводородъ. Интересно въ этомъ случаѣ то, что гипотеза о филотіонѣ явилась у творца ея Рей-Пайладъ [7]) подъ вліяніемъ опытовъ надъ дрожжами. Одни авторы (Бейеринкъ, Овербекъ [8]) и др.) признали существованіе въ клѣткахъ дрожжей возстановляющаго энзима, а другіе (Абелу и Рибо) [9]) категорически отрицаютъ существованіе энзима (фило-

---

[1]) Schützenberger, Sauerstoffabsorption durch Hefe. Ber. d. chem Ges. Bd. VII. 1874. pag. 484. [Paris, Soc. chem. 20. III. 1874].

[2]) Laurent, E. Sur la réduction des nitrates par la Levure de bière et par quelques moisissures. Bulletins de l'Académie Royale des sciences de Belgiques. 3-me Série. T. 20. 1890. pag. 309.

La reduction des nitrates en nitrites par les graines et les tubercules. Ib. pag. 478.

[3]) Wolf, K. Ueber Denitrifikation. Hygienische Rundschau. Jahr. IX. 1899. pag. 538.

[4]) de Kruyff, E. Torula bogoriensis rubra. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. 3-mme Suppl. Leide. 1910. pag. 96.

[5]) Kohl, Die Hefepilze. Leipzig. 1908. pag. 223.

[6]) Beijerinck, M. Phénomènes de rèduction produits par les microbes. Arch. neerl. Sèr. II. T. 9. 1904, pag. 136.

[7]) de Rey-Pailhade, J. Sur un corps organique hydrogénant le soufre à froid. Compt. rend. hebd. de l'Acad. des. sc. T. 106. 1888. pag. 1683.

[8]) Overbeck, O. Ueber eine neue Methode zur Entdeckung freien Schwefels im Hopfen. The Brewer's Journal № 307. Ref. Koch Jahresb. 1891. pag. 142.

[9]) Abelous, J. E. et Ribaut, H. Influence de la température sur la production d'hydrogène sulfuré par les matières albominoides, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière en présence du soufre. Compt. rend. de l'Acad. des sc. T. 137. 1903. pag. 268.

тіона), такъ какъ образованіе сѣроводорода, по ихъ опытамъ, съ температурой увеличивается и можетъ происходить при 95 и 125°, когда едва ли допустима дѣятельность энзимовъ. Наблюденій надъ образованіемъ сѣроводорода дрожжами было произведено довольно много (Sostegni и Sanino [1890], Crouzel, Debraye и Legrain, Schander, Will и Wanderscheck, Windisch, Beijerinck и др.) [1]) и большинство наблюденій носятъ положительный характеръ [2]); остается открытымъ, до извѣстной степени, вопросъ о томъ возстановляютъ ли дрожжи сѣрнокислыя соединенія или же выдѣляютъ H_2S изъ органическихъ сѣрусодержащихъ веществъ.

Относительно способности дрожжей усваивать, подобно чуть ли не всѣмъ бактеріямъ и грибкамъ, атмосферный азотъ, тоже появились въ послѣднее время наблюденія, не оставляющія и въ этомъ отношеніи никакихъ сомнѣній; такъ, Чапекъ [3]) показалъ, что Saccharomyces glutinis можетъ развиваться въ средахъ при минимальномъ количествѣ азотистыхъ веществъ, но въ присутствіи, что весьма характерно, сахара.

Цикесъ [4]) показалъ, что способностью усваивать газообразный азотъ обладаютъ нѣкоторыя дрожжи, напр., Torula Wiesneri, растущая на промытомъ агарѣ съ 2% виноградна
го сахара и 0,02% кислаго фосфорнокислаго калія. Количество ассимилируемаго азота 2,4 мгр. на 1 гр. сброженнаго сахара. Это число надо признать ниже дѣйствительнаго, такъ какъ Цикесъ опредѣлялъ азотъ только въ самихъ дрожжахъ, но не въ субстратѣ, куда онъ переходитъ, какъ это показалъ Прингсхеймъ [5]), въ значительномъ количествѣ. Torula bogoriensis rubra [6]) ассимилируетъ на 200 кс. маннитной среды — 1,5 мгр. и на средѣ съ глюкозой—2,54 мгр. Ассимиляція азота указана А. Коссовичемъ [7]) такъ

[1]) Sostegni, L. et Sannino., A. Staz. sperim. agr. ital vol. XVIII. pag. 437 ref. Chem. Centr. Bd. II. 1890. pag. 112. Crouzel, Levure sulfhydrogène. Journal de Pharm. et de Chimie T. XXIII. 1891. pag. 309. Schander, R. Die Bildung des Schwefelwasserstoffs durch Hefe. II. Jahresb. d. Vertret. f. angewandte Botanik. 1903—04. pag. 85. Will, H. und Wanderscheck, H. Beiträge zur Frage der Schwelwasserstoffbildung durch Hefe. Centr. f. Bakt. II. Abt. XVI. 1906. pag. 303.

[2]) Morris, M. Studien über die Produktion von Schwefelwasserstoff, Indol und Merkaptan bei Bakterien. Archiv für Hygiene. Bd. 30. 1897. pag. 304, авторъ не наблюдалъ образованія сѣроводорода у розовыхъ дрожжей.

[3]) Czapek, Zur Kenntnis der Stoffwechsel-Anpassungen bei Bakterien: Saccharophobie und Saccharophilie. Chiari-Festschrift, herausgeb. von Paul Dittrich in Prag, Wien und Leipzig. 1908. Ref. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 26. 1910.

[4]) Zikes, H. Ueber eine den Luftstickstoff assimilierende Hefe: Torula Wiesneri Sitzungsb. d. K. Akad. d. Wissenschaft in Wien. Mathem.-nat. Kl. Bd. 108. Abt. I Juli 1909. pag. 1091.

[5]) Pringsheim, E. jun. und Bilewsky, H. Ueber Rosahefe. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. Bd. 10. Breslau. 1910—1911. pag. 126.

[6]) de Kruyff, E. Torula bogoriensis rubra. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg 3 Suppl. 1910. I. pag. 93—96.

[7]) Kossowicz, Alexander. Die Bindung des elementaren Luftstickstoff durch Saccharomyceten (Hefen), Monilia candida und Oidium lactis. Zeitschr. f. Gärungsphys. Bd. I. 1912. pag. 253.

же для Saccharomyces Pastorianus III Hansen, Saccharomyces membranaefaciens E. Chr. H., Saccharomyces anomalus E. Chr. H., Monilia candida и Oidium lactis. Такъ что относительно способности усваивать газообразный азотъ необходимо признать, что дрожжи (во всякомъ случаѣ—нѣкоторыя изъ нихъ) обладаютъ этой способностью.

Изъ всего приведеннаго нами видно, какими разнообразными свойствами надѣляются дрожжи: онѣ обладаютъ способностью возстановлять азотнокислыя соли, образуютъ сѣроводородъ и усваиваютъ газообразный азотъ. Правда, не легко связать всѣ эти процессы съ вполнѣ опредѣленнымъ ботаническомъ индивидуумомъ, такъ какъ родъ Torula очень мало еще изученъ и мало данныхъ для опредѣленія его разнообразныхъ представителей.

Что касается, далѣе, присутствія сахаровъ въ средѣ, въ которой развиваются розовыя дрожжи, то они не играютъ существенной роли, какъ это въ недавнее время показалъ Прингсхеймъ [1]). По моимъ наблюденіямъ, какъ розовыя, такъ и „черныя дрожжи" (о послѣднихъ дрожжахъ вообще имѣется очень мало изслѣдованій) прекрасно развиваются въ средахъ, совершенно не содержащихъ углеводовъ.

Что касается температуръ, при которыхъ розовыя дрожжи могутъ развиваться, то по Прингсхейму [2]) optimum для ихъ развитія на картофелѣ лежитъ между 6—15°, а по наблюденіямъ Шмидтъ-Нильсена, Смиса и др. [3]) онѣ хорошо развиваются при 0°.

Найдены были мною розовыя дрожжи въ водѣ Екатерининской гавани, при чемъ для выдѣленія ихъ изъ морской воды служилъ обыкновенный мясо-пептонный агаръ съ 3% морской соли. На этой средѣ розовыя дрожжи прекрасно развивались и продолжаютъ развиваться въ теченіи 4 лѣтъ. Посѣвы на пептонную воду съ 3% морской соли, на пептонную воду съ 3% морской соли и 2% виноградпаго сахара (или свекловичнаго сахара) были всегда успѣшны. Образованія углекислоты и вообще брожженія не наблюдалось. Пересѣвы на эти же среды безъ морской соли были столь же успѣшны, такъ что, на глазъ по крайней мѣрѣ, присутствіе морской соли не было необходимымъ условіемъ для развитія этихъ, выдѣленныхъ изъ моря, организмовъ. Въ открытомъ

[1]) Pringsheim, Ueber Rosahefe l. c.

[2]) Pringsheim, l. c.

[3]) Smith, E. Das Verhalten von Mikroorganismen gegen niedere Temperaturen. 2 Intern. Kälte-Kongr. 6—12 Okt. 1910.

Hansen, E. Chr. Ueber die Brutstätten der Alkoholgärungspilze oberhalb der Erde. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XIV. 1905. Гансенъ указываетъ на ростъ дрожжей при температурѣ около 0°.

Schmidt-Nielsen, Sigval. Ueber einige psychrophile Mikroorganismen und ihr Vorkomnen. Centr. für Bakteriol. II Abt. Bd. IX. 1902.

океанѣ и у береговъ Новой Земли я ихъ не находилъ, но, конечно, какъ отрицательный, этотъ фактъ имѣетъ лишь относительное значеніе. На мясопептонномъ агарѣ съ 2% виноградного сахара дрожжи образуютъ красноватый налетъ, сверху блестящій.

На мясопептонной желатинѣ съ 2% виноградного сахара образуется красноватый налетъ; гигантскія колоніи образуютъ выпуклыя сверху гладкія шляпки. Желатина съ возрастомъ культуры разжижается и дрожжи опускаются на дно сосуда.

Въ мясопептонномъ бульонѣ на днѣ сосуда образуется слабо розоватый осадокъ. Въ четырехдневной культурѣ клѣтки овальныя, много почкующихся; въ восьми дневной культурѣ клѣтки образуютъ цѣпочки, внутри клѣтокъ появляются вакуоли. Длина клѣтокъ 4—5 μ., ширина 2,5—3 μ.

Организмъ, называемый обыкновенно „черными дрожжами" (Saccharomyces niger или Torula nigra [1]) былъ найденъ мною въ водѣ Екатерининской гавани 18 іюля 1906 года въ пробѣ воды, взятой приблизительно со средины гавани съ глубины 5—10 метровъ.

Я называю найденный организмъ „черными дрожжами" потому, что подъ этимъ именемъ онъ извѣстенъ въ литературѣ, но считать его принадлежащимъ къ Sacchoromyces или Torula я ни въ коемъ случаѣ не могу, такъ какъ строеніемъ и исторіей развитія этотъ организмъ отличается отъ дрожжей, какъ это, надѣюсь, будетъ видно изъ дальнѣйшаго его описанія. „Черныя дрожжи" развились у меня въ эрленмейеровской колбочкѣ съ слѣдующей средой:

Морской воды	100	кс.
K_2HPO_4	0,1	гр.
$MgSO_4$	0,02	„
Маннитъ.	2	„

въ осадкѣ углекислый кальцій.

Въ эту среду былъ сдѣланъ посѣвъ водой изъ гавани съ цѣлью выяснить есть-ли въ водѣ микроорганизмы, усваивающіе азотъ. Вмѣстѣ съ различными бактеріями въ колбочкѣ появились небольшія черныя хлопья, лежащія на днѣ въ бѣломъ осадкѣ, покрывающемъ дно. Затѣмъ, довольно быстро, эти хлопья стали разростаться и приняли довольно своеобразный видъ, какъ объ этомъ можно, до извѣстной степени, судить по прилагаемому рисунку (рис. 54). Отъ хлопьевъ вытянулись отростки, которые начали рости вдоль стѣнокъ колбы кверху, образуя на верхнемъ концѣ головчатое расширеніе, съ отходящими отъ него

[1]) Marpmann, G. Ueber die Organismen der Milchsäure Gährung und über schwarze Hefe. Archiv der Pharmacie. 3 Reihe. Bd. 24. 1886.

какъ бы отвѣтвленіями второго порядка, но значительно меньшаго размѣра. Подъ микроскопомъ эти грибоподобныя образованія оказались состоящими изъ плотно соединенныхъ и перепутанныхъ между собой гифъ.



Рис. 54. Nadsoniella nigra, ростъ въ жидкой средѣ. Нат. вел.

Перенеся кусочекъ гифъ въ колбочку со стерилизованной водой, я тщательно разболталъ его тамъ и расщепилъ платиновой иглой, затѣмъ каплю воды перенесъ въ пробирку съ агаромъ (пептонъ + глюкоза), застывшемъ въ косомъ положеніи, и смѣшалъ каплю культуры съ конденсаціонной водой, а затѣмъ размазалъ ее по поверхности агара. Черезъ 3 дня на агарѣ, среди колоній бактерій, появились болѣе крупныя колоніи на 5 день почернѣвшія.

Эти колоніи и дали мнѣ чистый матеріалъ, съ которымъ я и смогъ произвести нѣсколько наблюденій.

Мясопептонный агаръ съ 2% виноградпаго сахара и 3% хлористаго натрія. При посѣвѣ по косо застывшему агару образуется сначало тонкій суховатый черный налетъ, который разростается надъ агаромъ и уже по прошествіи 2 недѣль агаръ вдоль черты посѣва оказывается покрытымъ довольно плотнымъ чернымъ налетомъ съ волнистой поверхностью на которой мѣстами появляются сѣроватые островки (табл. I; рис. 8). Въ первые дни послѣ посѣва, когда агаръ только начинаетъ покрываться налетомъ, тогда этотъ налетъ состоитъ изъ отдѣльныхъ овальныхъ клѣтокъ, имѣющихъ самое близкое сходство съ клѣтками дрожжей, внутри овальныхъ клѣтокъ замѣтны капельки жира, которыя въ нѣкоторыхъ клѣткахъ густо заполняютъ клѣточки „дрожжей“. Сходство съ дрожжами усиливается еще тѣмъ, что клѣтки эти размножаются почкованіемъ. При почкованіи на одномъ изъ концовъ материнской клѣтки образуется одно или нѣсколько вздутій, дающихъ начало новымъ клѣткамъ, впослѣдствіи отдѣляющимся. Не разъ, приходилось наблюдать появленіе почкующихся клѣтокъ на обоихъ концахъ материнской клѣтки, но только въ тѣхъ случаяхъ, когда организмъ культивировался въ жидкой средѣ (пептонная вода) съ молочнымъ сахаромъ.

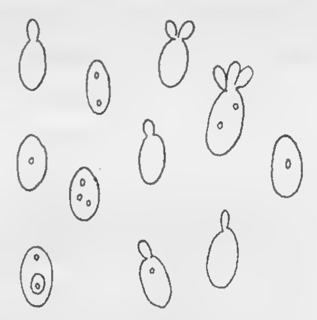


Рис. 55. Почкующіеся клѣтки. Капли жира и вакуоль. Ув. 800.

На агарѣ при посѣвѣ уколомъ организмъ развивается вдоль посѣва образуя отроги отходящіе въ стороны (табл. I, рис. 9).

Повидимому на средахъ съ молочнымъ сахаромъ образуются формы наиболѣе крупныя и наиболѣе переполненныя каплями и зернами запасныхъ веществъ.

Мицелій развивался у грибка не зависимо отъ того былъ ли суб-

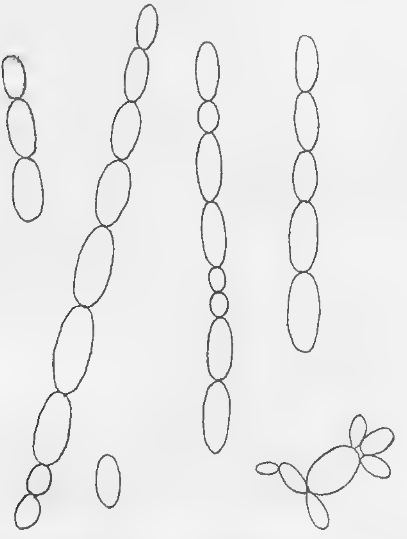


Рис. 56. Мицелій (ложный) изъ почкующихся клѣтокъ. Клѣтка почкующаяся на двухъ концахъ.

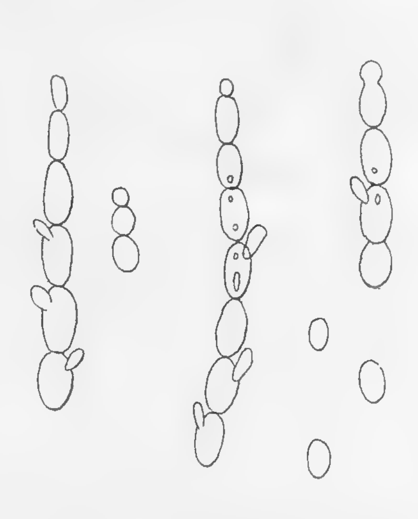


Рис. 57. Почкующіеся клѣтки. Ув. 800.

стратъ твердый или жидкій. Такъ, развитіе мицелія было: на средѣ Бейеринка для Azotobacter, на пептонной водѣ съ молочнымъ сахаромъ, на пептонной водѣ съ сахарозой, на пептонной водѣ съ декстрозой, на рыбномъ агарѣ и на картофелѣ. Въ одной и той же культурѣ можно было наблюдать, какъ почкующія клѣтки, такъ и разростающійся мицелій съ образующимися въ его клѣткахъ перегородками. Появленіе въ клѣткѣ перегородки, повидимому, не препятствуетъ тому, что эта

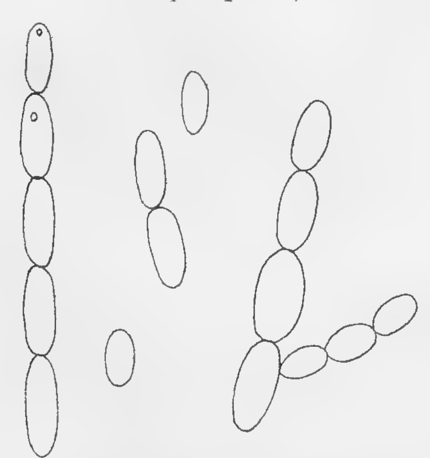


Рис. 58. Ложный мицелій, образовавшійся на средѣ съ молочнымъ сахаромъ. Ув. 800.

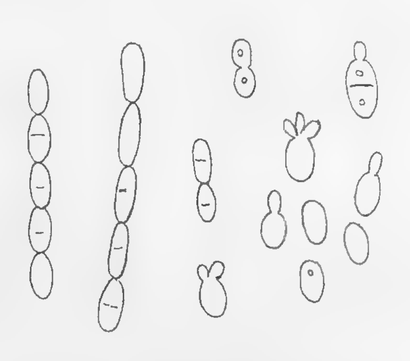


Рис. 59. Почкующіеся клѣтки и клѣтки съ образованіемъ похожимъ на поперечныя перегородки.

же клѣтка можетъ почковаться (рис. 59). Стѣнки клѣтокъ мицелія отъ раствора іода окрашиваются въ почти черный цвѣтъ.

Оболочки какъ гифъ, такъ равно и отдѣльныхъ дрожжевыхъ клѣтокъ, обладаютъ способностью утолщаться.

Въ культурѣ, разроставшейся въ средѣ Бейеринка для Azotobacter (въ которой грибокъ развивался вообще хорошо) довольно долгое время (12 и 16 мѣсяцевъ), всѣ клѣтки были съ толстыми оболочками и мелко зернистымъ содержимымъ (рис. 60).

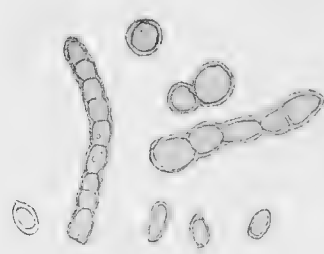


Рис. 60. Клѣтки съ утолщенными (двухконтурными) оболочками изъ старой культуры.

Образованіе клѣтокъ съ толстой оболочкой свойственно, однако, не только старымъ культурамъ—онѣ появляются и въ молодыхъ (двухнедѣльныхъ) культурахъ, но въ незначительномъ количествѣ.

Въ десятимѣсячной культурѣ со среды Бейеринка для Azotobacter можно было ясно замѣтить, что клѣтки съ утолщенными стѣнками (геммы) располагаются подобно гетероцистамъ водорослей и кромѣ того, что особенно бросалось въ глаза, стѣнки эти замѣтно сильнѣе окрашены въ темный цвѣтъ (рис. 61).

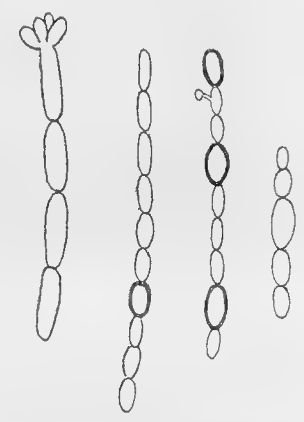


Рис. 61. Ложный мицелій съ геммами.

На гифахъ, образовавшихся на агарѣ, отдѣляются мѣстами коротенькіе отроги съ сидящими на нихъ небольшими круглыми или слегка овальными клѣтками. Такія же овальныя клѣтки образуются, иногда, непосредственно на гифѣ перваго порядка безъ промежуточнаго отрога.

Клѣтки эти отдѣляются отъ гифы и могутъ разростаться въ нить съ поперечными перегородками, но могутъ также почковаться. Болѣе всего эти отдѣляющіяся клѣтки сходны съ конидіями грибовъ. Уже то обстоятельство, что грибокъ образуетъ мицелій съ перегородками, заставляетъ сомнѣваться въ его принадлежности къ Saccharomyces, а образованіе конидій еще больше заставляетъ думать, что съ Sacharomyces этотъ грибокъ имѣетъ лишь сравнительно отдаленное родство. Какъ извѣстно, Ганзенъ [1]) полагалъ, что такъ называемыя черныя дрожжи (Saccharomyces, Torula nigra, „Schwarze Hefe“) относятся или къ Cladosporium или Fumago, а Гюлермо [2]) считалъ ихъ за Dematium, но едва

[1]) Hansen, Allgem. Brauer. und Hopfenztg. Bd. 27. 1887. pag. 1109.
[2]) Gulliermond, A. Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à formes levures. Lyon-Paris. 1904. pag. 214.

ли можно согласиться съ этими взглядами, тѣмъ болѣе, что существованіе мицелія съ конидіями, способными какъ почковаться, такъ и давать новыя гифы на разнообразныхъ субстратахъ не говоритъ въ пользу высказанныхъ названными учеными мнѣній. Я предложилъ бы назвать этотъ своеобразный организмъ въ честь проф. Г. А. Надсона—Nadsoniella nigra.

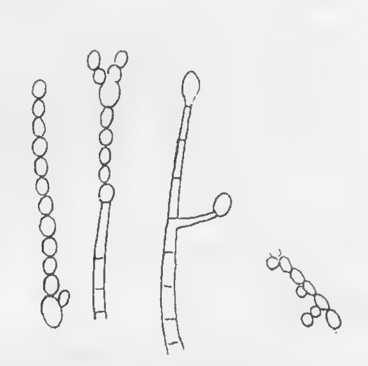


Рис. 62. Мицелій съ конидіями и почкующимися клѣтками.

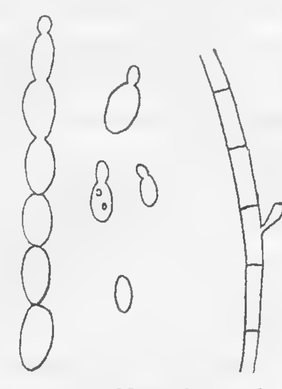


Рис. 63. Мицелій съ боковой конидіей и ложный мицелій.

Картофель. Ростъ „черныхъ дрожжей“ на картофелѣ происходитъ прекрасно; на его поверхности образуется или нѣсколько большихъ колоній или множество тѣсно сидящихъ мелкихъ колоній. Въ послѣднемъ случаѣ колоніи напоминаютъ первое время какъ бы мелкую черную икру. Позже, когда колонія разростается, поверхность ея имѣетъ бархатистый видъ. Черезъ недѣлю послѣ посѣва, поверхность колоній принимаетъ сѣроватый оттѣнокъ, особенно тамъ гдѣ картофель подсыхаетъ. Первые же дни послѣ посѣва колоніи имѣютъ видъ небольшихъ круглыхъ икринокъ со слегка зеленоватымъ оттѣнкомъ или оливко-зеленаго цвѣта. Сѣроватый оттѣнокъ колоніи зависитъ отъ образующихся конидій. Организмъ развивается одинаково хорошо, какъ на простомъ картофелѣ, такъ и на картофелѣ, проваренномъ въ 4% растворѣ морской соли.

Желатина на мясопептонномъ бульонѣ съ 2% виноградного сахара. Развитіе гигантскихъ колоній происходитъ очень хорошо. Образуются гифы съ конидіями и почкующіяся клѣтки. Разжиженіе желатины наблюдается въ старыхъ культурахъ.

Бродильной способности въ культурахъ на декстрозѣ, сахарозѣ, мальтозѣ и молочномъ сахарѣ не наблюдалось. Усвоенія азота на пептонной водѣ съ виноградным сахаромъ въ семимѣсячныхъ культурахъ не произошло. Возстановленія азотнокислыхъ солей я не замѣтилъ. Такимъ образомъ я долженъ признать, что роль этого организма въ морской водѣ, если онъ тамъ развивается, для меня осталась не ясна.

Заканчивая изслѣдованіе микроорганизмовъ, найденныхъ мною въ водахъ Сѣвернаго Ледовитаго океана, я прихожу къ заключенію, что господствующій до сихъ поръ взглядъ о бѣдности этихъ водъ бактеріями долженъ быть измѣненъ: воды сѣвера населены такими же качественно организмами, какъ и воды болѣе южныхъ широтъ. Выводы Левина основаны на недостаточно полной разработкѣ собраннаго матеріала. Гипотеза Брандта о вліяніи денитрифицирующихъ бактерій на бѣдность планктона теплыхъ морей имѣетъ, послѣ изслѣдованій водъ Сѣвернаго океана, лишь историческое значеніе, не имѣя опоры въ устанавливаемыхъ фактахъ.

Дополненія.

Къ главѣ I.

Появившееся въ 1897 году сообщеніе Френкленда [1]) указываетъ, что въ пробахъ воды, взятой съ парохода Neptun вблизи береговъ Норвегіи подъ 68 — 71°N находились бактеріи, способныя развиваться при 20° въ желатиновыхъ разливкахъ. Въ коротенькой замѣткѣ Френкленда никакихъ деталей изслѣдованія не находится.

Къ главѣ IV.

Въ работѣ Бредемана [2]), появившейся въ 1909 году находится указаніе, что ему удалось найти Clostridium Pastorianum (авторъ называетъ организмъ найденный Виноградскимъ Bacillus amylobacter A. M. et Bredemann) въ многочисленныхъ пробахъ ила и морского песка изъ Балтійскаго и Сѣвернаго (Нѣмецкаго) морей. Найденъ онъ былъ также въ морскомъ пескѣ съ о. Явы, Bangka и др., но не былъ найденъ въ пробѣ песка съ морскаго берега въ Гаммерфестѣ (въ іюнѣ 1906 г.), но зато одновременно былъ найденъ въ почвѣ того же Гаммерфеста. Заслуживаетъ упоминанія, что Bacillus asterosporus—постоянный спутникъ (по Бредеману) Clostridium Pastorianum (= Bacillus amylobacter) совершенно отсутствуетъ въ морскомъ пескѣ, нами онъ тоже не найденъ, а Bacillus β Winogr., обнаруженный нами на поверхности Laminaria, встрѣчается въ морскомъ пескѣ вмѣстѣ съ Clostridium Pastorianum.

[1]) Frankland, E. Sea-water microbes in high latitudes. The chemical News. Vol. LXXV. 1897. pag. 1—2.

[2]) Bredemann, G. Bacillus amylobacter A. M. und Bredamann in morphologischer, physiologischer und systematischer Beziuhung. Centr. für Bakt. II Abt Bd. XXIII. 1909. pag. 385.

Bredemann, G. Regeneration der Fähigkeit zur Assimilation von freiem Stickstoff des Bacillus amylobacter A. M. und Bredemann und der zu dieser Species gehörenden bisher als Granulobacter, Clostridium usw. bezeichneten anaeroben Bakterien. Ber. der Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXVI. a. 1908. pag. 362.

Къ главѣ VII.

На стр. 208 я привелъ мнѣніе Бейеринка, по которому ссылка Р. Коха на Перти, какъ на описавшаго Spirillum leucomelenum — не правильна, такъ какъ у Перти, по словамъ Бейеринка, нигдѣ не описанъ подобный организмъ. Не знаю, какъ объяснить эту увѣренность Бейеринка въ неправильности ссылки на Перти, такъ какъ каждый, кто просмотритъ книгу Перти (Perty, Die kleinste Lebensformen. Bern 1852) убѣдится въ томъ, что на табл. XV, fig. 31 дѣйствительно изображенъ организмъ съ черными включеніями внутри тѣла, а на стр. 179 находится описаніе этого организма, названнаго Spirillum volutans β leucomelenum [въ текстѣ у Перти опечатка—„leucomeaenum"] и найденнаго въ осадкахъ на днѣ „Sumpfwassers".

Литература.

1. Андрусовъ, Н. Предварительный отчетъ объ участіи въ Черноморской глубокомѣрной экспедиціи 1890 г. Изв. И. Русск. Геогр. Общ. т. XXVI. 1890.

2. — О необходимости глубоководныхъ изслѣдованій въ Черномъ морѣ. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. т. XXVI. 1890. стр. 171.

3. — Нѣкоторые результаты экспедиціи „Черноморца". Къ вопросу о происхожденіи сѣроводорода въ водахъ Чернаго моря. Изв. И. Р. Г. Общ. т. XXVIII. 1892. стр. 370.

4. — Обзоръ новыхъ работъ по океанографіи, имѣющихъ значеніе для геологіи. Вѣстникъ Естествознанія. 1893. № 3—4.

5. — Экспедиція „Селяника" на Мраморное море. Извѣстія И. Р. Геогр. Общ. Т. XXXIII. 1898.

6. — Проблемы дальнѣйшаго изученія Чернаго моря и странъ, его окружающихъ. I. Мраморное море. Записки Имп. Ак. Наукъ. т. LXXII.

II. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ. Зап. И. Ак. Наукъ по физ. мат.-отд. VIII. 1894. т. I, № 1.

7. Анцыферовъ, Н. Къ вопросу о возстановленіи лиманной грязи. Русскій Архивъ патологіи, клинической медицины и бактеріологіи. т. IX. 1900.

8. Бергъ, Л. Аральское море. Извѣстія Туркестанскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Геогр. Общ. т. V. СПБ. 1908.

9. Богомолецъ, М. Къ вопросу о бактеріальной флорѣ Аральскаго моря. Научные результаты Аральской экспедиціи вып. 4. 1903 стр. 33—39.

10. Брейтфусъ, Л. Л. Списокъ станцій экспедиціи для научно-промысловыхъ изслѣдованій Мурмана въ Баренцовомъ и Карскомъ моряхъ и обзоръ произведенныхъ на нихъ работъ въ 1906 году. Отд. отт.

11. — Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Краткій отчетъ о ея работахъ въ 1906 г. Спб. 1907 г.

12. — Реликтовое озеро Могильное. Въ Дерюгинъ, К. М. Мурманская біологическая станція 1899—1905 г. СПБ. 1906. стр. 101.

13. — Труды Мурманской научно-промысловой экспедиціи годы 1902, 1903, 1904 и 1905. СПБ. 1903—1912.

Брусиловскій см. Зелинскій.

14. Вейнбергъ, М. С. и Зильбербергъ, Л. А. Къ вопросу о бактеріяхъ рапы и грязи Куяльницкаго лимана. Зап. Новор. Общ. Естеств. Т. XXII, в. 2. 1898.

15. Вериго, А. А. О вліяніи микроорганизмовъ на образованіе лиманной грязи. Отчеты о дѣятельности Одесскаго Бальнеологическаго Общества. 1883—1887. Одесса 1888. Приложеніе.

16. — Характеръ химическихъ реакцій, вызывающихъ образованіе лиманной грязи. Отчеты о дѣятельности Одесскаго Бальнеологическаго Общества (1887—1892) в. IV. 1892.

17. Виноградскій, С. Н. Къ морфологіи организмовъ процесса образованія селитры въ почвѣ. Архивъ біолог. наукъ. Т. I. 1892.

18. — Круговоротъ азота въ природѣ. Дневникъ IX съѣзда Русскихъ естествоиспытателей и врачей. 1894. Москва. Приложеніе, стр. 8.

19. — Объ усвоеніи свободнаго азота атмосферы микробами. Архивъ біол. наукъ. Т. III. 1895.

20. Врангель, Ф. Ф. Черноморская глубокомѣрная экспедиція 1890 г. Изв. И. Р. Г. О. XXVI. I. 1890. Стр. 380.

21. Герценштейнъ, С. М. О нахожденіи трески въ прѣсноводномъ озерѣ. Труды СПБ. Общ. Ест. Т. XXI. 1887. Стр. 105.

22. Гиляровскій. Къ морфологіи Azotobacter chroococum Beijer. Ботаническія записки Имп. СПБ. Университета. 1911—1913. вып. XXIX.

23. Дерюгинъ, К. М. Мурманская біологическая станція 1889—1905 г. СПБ. 1906.

24. Егуновъ, М. А. Аэробный денитрификаторъ при проростаніи сѣмянъ. Записки Ново-Александрійскаго Института сельскаго хозяйства и лѣсоводства. т. IX. вып. 2. 1895—1896.

25. — Сѣробактеріи Одесскихъ лимановъ. Архивъ біологическихъ наукъ. Т. III. 1895.

26. — Сѣрнистое желѣзо и водная окись желѣза въ почвахъ лимановъ и Чернаго моря. Ежегодникъ по геологіи и минералогіи Россіи. Т. II. 1897—1898.

27. — Біо-анизотропные бассейны. Ежегодникъ по геологіи и минерал. Россіи. т. IV. 1900—1901.

28. Зелинскій, Н. Д. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и Одесскихъ лиманахъ. Журналъ Рус. Физ.-Хим. Общ. т. 25. 1893. протоколъ № 5. стр. 298.

29. Зелинскій, Н. Д. и Брусиловскій, Е. М. О сѣроводородномъ броженіи въ Черномъ морѣ и Одесскихъ лиманахъ. Южно-Русская Мед. Газета. 1893. №№ 18—19. Одесса. То-же въ отчетѣ о дѣятельности Одесскаго Бальнеологическаго Общества вып. V съ 1892—1898. Одесса. 1898.

30. Зильбербергъ, Л. А. Къ вопросу о сѣроводородномъ броженіи въ Одесскихъ лиманахъ и Черномъ морѣ. Журналъ Русскаго Физико-Хим. Общ. Т. 30. 1898. стр. 206.

Зильбербергъ см. Вейнбергъ.

31. Зинова, Е. С. Водоросли Мурмана. Часть I. Введеніе. Зеленыя и красныя водоросли. Труды И. СПБ. Общества естествоиспытателей. Т. XLIII. 1912.

32. Исаченко, Б. Л. Приборъ для добыванія пробъ воды. Извѣстія Имп. СПБ. Бот. Сада. 1907.

33. — Бактеріологическія изслѣдованія. Въ Брейтфусъ, Л. Л. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. СПБ. 1907. Стр. 26—29.

34. — О плеоморфизмѣ Stichococcus bacillaris Näg. Ботаническія записки. Вып. XXIX. СПБ. 1911. отд. отт.

35. — О бактеріяхъ „вѣчной мерзлоты". Извѣстія Имп. СПБ. Ботанич. Сада. 1912.

36. — Объ отложеніи сѣрнистаго желѣза въ бактеріяхъ. Извѣстія И. СПБ. Ботан. Сада. 1912.

37. Исаченко, Б. Л. и студентъ Ростовцевъ, С. А. Денитрифицирующія бактеріи изъ Чернаго моря. Извѣстія Имп. СПБ. Ботаническаго Сада. 1911. стр. 91—96.

38. Книповичъ, Н. М. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Томъ I. СПБ. 1902.

39. — Очерки работъ Каспійской экспедиціи 1904 г. Изв. И. Русскаго Географическаго Общества. Т. XLI. Вып. 3. 1905.

40. — Основы гидрологии Европейскаго Ледовитаго океана. СПБ. 1906.

41. Колчакъ, А. Ледъ Карскаго и Сибирскаго морей. Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи въ 1900—1903 гг. Зап. И. Ак. Н. с. VIII по физ. мат. отд. Т. XXVI. № 1. СПБ. 1909.

42. Коссовичъ, П. С. Изслѣдованія по вопросу, могутъ ли водоросли усвоять свободный азотъ. Труды И. СПБ. Общ. Ест. т. XXVI. 1896. Стр. 1.

43. Лебединцевъ, А. А. Предварительный отчетъ о химическихъ изслѣдованіяхъ Чернаго и Азовскаго морей лѣтомъ 1891 года. Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XVI. Вып. 2. 1892.

44. — Отчетъ о научной поѣздкѣ по Черному морю на военномъ транспортѣ „Ингулъ" въ 1892 г. Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XVIII. Вып. 1. 1892. Стр. 41.

45. — Предварительный отчетъ о химическихъ изслѣдованіяхъ Чернаго и Азовскаго морей 1891 г. Извѣстія Императорскаго Русскаго Географ. Общества. Т. XXVIII. 1892.

46. — Химическія изслѣдованія Мраморнаго моря на турецкомъ пароходѣ „Селяникъ" въ 1894 г. Записки Новоросійск. Общ. Естествоиспыт. Т. XX. Вып. 2. 1896.

47. — О соотношеніи удѣльнаго вѣса, солености и хлора въ морской водѣ и о способѣ ихъ опредѣленія. Вѣстникъ Рыбопромышленности. СПБ. 1901. №№ 10—12.

48. Линко, А. К. Изслѣдованіе надъ составомъ и жизнью планктона Баренцова моря. Труды Мурманской научно-промысловой экспедиціи. СПБ. 1907.

49. Макриновъ, И. А. Нитрификація съ біологической стороны. 3 статья. Вѣстникъ бакт.-агрономической станціи имени В. К. Феррейнъ. № 15. Москва. 1909.

50. Надсонъ, Г. А. Микроорганизмы, какъ геологическіе дѣятели. I. О сѣроводородномъ броженіи въ Вейсовомъ соляномъ озерѣ и объ участіи микроорганизмовъ въ образованіи чернаго ила (лечебной грязи). СПБ. 1903. Отд. отт. изъ трудовъ комиссіи по изслѣдованію Славянскихъ минеральныхъ озеръ.

51. — Наблюденія надъ пурпурными бактеріями. Извѣстія И. СПБ. Ботаническаго Сада. Т. III. СПБ. 1903.

52. — Rhodosphaerium diffluens, Извѣстія И. СПБ. Ботаническаго Сада Т. III. СПБ. 1908. Стр. 113.

53. — Chlorobium limicola Nads. зеленый микроорганизмъ съ нефункціонирующимъ хлорофилломъ. Извѣстія И. СПБ. Ботанич. Сада. Т. XII. 1912.

54. Остроумовъ, А. Предварительный отчетъ объ участіи въ Черноморской глубоководной экспедиціи 1891 г. Изв. Имп. Русск. Геогр. Общ. Т. 28. 1892.

55. — Предварительный отчетъ. Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XVI. Вып. 2.

56. Палибинъ, И. В. Ботаническіе результаты плаванія ледокола „Ермакъ" въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ лѣтомъ 1901 г. Извѣстія И. СПБ. Бот. Сада. 1903—1906 г.

57. Парландъ, Д. А. О нѣсколькихъ денитрифицирующихъ бактеріяхъ изъ Балтійскаго моря. Извѣстія Имп. СПБ. Ботаническаго Сада. 1911. стр. 97.

58. Риппасъ, Б. А. Смѣна водъ въ реликтовомъ озерѣ Могильномъ на островѣ Кильдинѣ. Извѣстія И. Русскаго Географическаго Общества. т. XXXIII. 1. 1897.

Ростовцевъ см. Исаченко.

59. Северинъ, С. А. Къ вопросу о разложеніи азотнокислыхъ солей бактеріями. Вѣстникъ Императорскаго Русскаго Общества Акклиматизаціи. № 5. 1898. Москва.

60. — Къ вопросу о разложеніи азотнокислыхъ солей бактеріями (2 статья). Вѣст. бак.-агрон. станціи имени В. К. Ферреинъ, № 14. Москва. 1908.

61. — Бактеріологическое населеніе нѣсколькихъ образцовъ почвы изъ далекаго сѣвера (г. Обдорскъ и полуостровъ Ямалъ). Вѣстникъ бакт.-агроном. станціи имени В. К. Феррейнъ. Вып. 15. Москва. 1909.

62. Списокъ станцій и работъ Мурманской научно-промысловой экспедиціи съ парохода „Андрей Первозванный" въ Баренцовомъ и Бѣломъ моряхъ въ 1899—1904 г. СПБ. 1906.

63. Труды Балтійской экспедиціи Г. У. З. и З. Департаментъ Земледѣлія. СПБ. 1910.

64. Труды Каспійской экспедиціи 1904 года. Т. I. СПБ. 1907 г.

65. Фаусекъ, В. А. Озеро съ морской фауной (Relicten See) на островѣ Кильдинѣ, въ Ледовитомъ океанѣ. Вѣстникъ Естествознанія. Годъ первый. СПБ. 1890. № 8.

66. Шокальскій, Ю. Взглядъ на современное состояніе океанографіи. Записки Имп. Руск. Геогр. Общ. т. XLVII. От. отт.

67. Шпиндлеръ, І. Б. Предварительный отчетъ о работахъ и результатахъ Черноморской экспедиціи 1891 г. Изв. И. Р. Геогр. Общ. XXVIII. 1892.

68. Abelous, J. E. et Ribaut, H. Sur la production d'hydrogène sulfurè par les extraits d'organes et les matières albuminoide en général. Comptes rend. hebd. de l'Ac. des Sc. T. 137. 1903.

69. — Influence de la temperature sur la production d'hydrogène sulfuré par les matierès albominoides, les extraits d'organes animaux et les extraits de levure de bière en présence du soufre. Comptes rend. de l'Acad. des Sc. T. 137. 903.

Aberson см. Giltay.

70. Androusow. N. La mer noire. Guide des excursions du VII congrès géologique international. St.-Pétersbourg. 1897.

71. Apstein, C. Bakterien. Die Ostsee-Expedition 1901 des Deutschen Seefischerei-Vereins. Abhandlungen des Deutschen Seefischerei-Vereins. Bd. VII, Berlin. 1902.

72. — Das Süsswasserplankton. Kiel. 1896.

Bagros см. Grimbert.

73. Barthel, Chr. Bodenbakteriologische Untersuchungen. Centralblatt für Bakter. II Abt. Bd. XXV. 1909.

74. Basarewsky, Beiträge zur Kenntnis der Nitrification und Denitrification im Boden. In. Diss. Göttingen. 1906.

75. Bassenge E. см. Fischer B. Die Bakterien des Meeres. Autoreferat. Centr. f. Bakt. Bd. XV. 1894 pag. 657.

76. Bathymetrical Survey of the Scottish Fresh-water Lochs, conducted under the direction of Sir John Murray. Edinburgh. Challenger Office. 1910.

77. Baur, E. Ueber zwei denitrificirende Bakterien aus der Ostsee. Wiss. Meeresunters. Abth. Kiel. N. F. Bd. 6. 1902, pag. 11.

78. Béchamp, A. Analyse des eaux de Vergéze (source des Bouillants et source Granier): Microzyma et autres organismes contenus dans ces eaux. Comptes rend. h. de l'Ac. des. Sc. T. 63. 1866, pag 559.

79. — De la réduction des nitrates et des sulfates dans certaines fermentations. Comptes rend. de l'Ac. des Sc. T. 66. 1868. pag. 547.

80. Beijerinck, M. W. Le photobacterium luminosum, bactérie lumineuse de la mer du nord. Archives néerlandaises des Sc. exactes et natur. T. XXIII, 1889, p. 401.

81. — Sur l'aliment photogène et l'aliment plastique des bactéries lumineuses. Archives Néerlandaises. T. XXIV. 1891.

82. — Over Lichtvoedsel en plastisch Voedsel van Lichtbakterien. Verslagen en Mededellingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling Naturkunde. 2 de Recks. Deel VII. 1890.

83. — Ueber Spirillum desulfuricans als Ursache von Sulfatreduction. Centralblatt für Bakteriologie. 2 Abth. Bd. I. 1895.

84. — Les organismes anaérobies obligatoires ont-ils besoin d'oxygene libre? Archives Néerlandaises. T. II, Sér. 2 1899.

85. — Schwefelwasserstoffbildung in den Stadtgräben und Anfstellung der Gattung Aërobacter. Centr. f. Bakt. Abt. II. Bd. VI. 1900.

86. — Sur la formation de l'hydrogène sulfuré dans les canaux, et le genre nouveau Aërobacter. Archives Néerlandaises des Sc. exactes ef naturelles. Série II. Tome IV. 1900.

87. — Noch ein Wort über die Sulfatreduktion in den Gewässern. Centr. für Bakter. II Abt. Bd. VI. 1900.

88. — Ueber oligonitrophile Mikroben. Centralblatt f. Bakteriologie. II Abt. Bd. VII. 1901, pag. 561.

89. — Phénomènes de réduction produits par les microbes. Arch. néerl. des sc. exactes et naturelles. Sér. II. T. 9. 1904.

90. — Ueber die Bakterien, welche sich im Dunkeln mit Kohlensäure als Kohlenstoffquelle ernähren können. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XI. 1904.

91. — Binding van vrije atmospherische stickstof doar Azotobacter in reinkultuur. Versl. der wiss. natuurk. afdeel. Kon. Akad. van Wetenschappen. Amsterdam. 1908.

Beliaeff см. Tsiklinsky.

92. Benecke, W. Ueber stickstoffbindende Bakterien aus dem Golf von Neapel. Ber. d. Deutsch. bot. Geselsch. Bd. XXV. 1907, pag. 1.

93. Benecke, W. und Keutner, J. Ueber sfickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee. Vorläuf. Mitteil. Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXI. H. 6. 1903, pag. 333—346.

94. Bert, P. Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences. T. 76. 1873. pag. 443.

95. — Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Comptes rendus des séanc. de l'Acad. des sciences. T. 77. 1873, pag. 534.

96. — Influence de l'air comprimé sur les fermentations. Comptes rendus des séances de l'Ac. des Sc. T. 80. 1875, pag. 1579.

97. — La pression barométrique. Paris. 1878.

98. Bertel, R. Sur la distribution quantitative des bactéries planctoniques des côtes de Monaco. Bullet. de l'Institut Océanographique. № 224. 1912.

99. Betthels, Joseph. Die Kohlenhydrate der Meeresalgen und daraus hergestelter Erzeugnisse. In. Diss. Münster i. W. 1905.

100. Beyerinck, M. W. Le Spirillum desulfuricans, agent de la réduction des sulfates. Arch. Neerl. d. Sc. exactes et nat. T. 29, 1896.

Beyerinck см. Beijerinck.

101. von Bibra. Untersuchung von Seewasser. Annalen der Chemie. Bd. 77 1851.

Bilewsky см. Pringsheim.

102. Billet, A. Sur le cycle évolutif d'une nouvelle Bactériacée chromogène et marine, Bacterium Balbianii. C. R. h. de l'Ac. des Sc. T. CVII. 1888. p. 423.

103. — Sur le cycle évolutif et les variations morphologiques d'une nouvelle Bactèriacée marine, Bacterium Laminariae. Comtes Rend. de l'Ac. des Sc. Vol. 106. 1888. p. 293.

104. Biltz, W. und Marcous, E. Ueber das Vorkommen von Ammoniak und Nitrat in den Kalisalzlagerstatten. Zeit. f. anorg. Chemie Bd. LXII. 1909. pag. 183 –202.

Blanck см. Lemmermann.

105. du Bois Saint Servin, Panaris des pêcheurcs et microbe rouge de la sardine. Annal. de l'Inst. Pasteur. 1894.

106. von Böttker, Eg. Ueber salpetrige Säure in Meerwasser. Chem. Zeit. Bd. 29. 1905.

107. Braconnot, Henri. Examen de la Boue noire provenant des égouts. Annales de chemie et de physiques, T. 50. Paris. 1832. pag. 213.

108. Brandt. K. Ueber die biologischen Untersuchungen der Plankton-Expedition. Verhandl. d. Gesellsch. f. Erdk. Berlin. 1889.

109. Brandt, K. Ueber den Stoffwechsel des Meeres. Rede. Kiel. 1899.

110. — Ueber den Stoffwechsel im Meere. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen herausgegeben von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. 4 Bd. 1899. Abt. Kiel. N. F. 6 Bd. 1902. Abt. Kiel N. F.

111. — Ueber die Bedeutung der Stickstoffverbindungen für die Produktion im Meere. Beihefte zum Botan. Centralbl. Orig. Arb. Bd. XVI. 1904. pag. 383.

112. — Ueber die Produktion und die Produktionsbedingungen im Meere Rapports et procès verbaux du Conseil international pour l'exploration de la mer. Août. 1905. Anlage D.

113. Bredemann, G. Regeneration der Fähigkeit zur Assimilation von freiem Stickstoff des Bacillus amylobacter A. M. et Bredemann und der zu dieser Species gehörenden bisher als Granulobacter, Clostridium u. s. w. bezeichneten anaeroben Bakterien. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXVI a. 1908.

114.—Bacillus amylobacter A. M. et Bredemann in morphologischer, physiologischer und systematischer Beziehung. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XXIII. 1909.

115. Breitfuss, L. Ozeanographische Studien über des Barents-Meer. Abdruck aus Dr. A. Petermann geogr. Mitteilungen. 1904. Heft II.

Brown см. Rahn.

116. Buchanan, J. Y. On the Occurence of Sulphur in Marine Muds and Nodules, and its bearing on their Mode of Formation Procedings of the Roy. Soc. of Edinburgh 1890—91. Vol. XVIII pag. 17.

117. — Sur la dénsité et l'alcalinité des eaux de l'Atlantique et de la Mediterranée. Compt. rend. de l'Ac. des sc. T. CVI. 1893. pag. 1321.

118. Buchner, E. und H. und Hahn, M. Die Zymasegärung. München-Berlin. 1903.

119. Bütschli, Ueber den Bau der Bakterien und verwandten Organismen. Leipzig. 1890.

120. Burri, K. und Stutzer, A. Ueber Nitrat zerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust. Centr. für Bakteriol. II Abt. Bd. I. 1895. pag. 257.

121. Calmette, A. Recherches sur l'épuration biologiqueux et chimique des eaux d'egout. Vol. IV.

122. Carta, Sull'inquinamento delle acque del porto di Genova. Giornale delle R. Società d'Igiene. An. XVII. № 3.

123. Cascelli, Esame delle acque del lido di Napoli. Rivista d'Igiene e sanità publica. Anno IV. № 23.

124. Cassedebat, De l'action de l'eau de mersur les microbes. Revue d'hygiène. 1894. № 2.

125. Catalogue des objets exposés par l'expedition scientilique pour l'exploration des pécheries de la côte Mourmane. Bordeux. 1907. Bacteriologie de la Mer.

126. Certes, A. Sur la culture, a l'abri des germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapportées par les expéditions du Travailleur et du Talisman. 1882—1883. Compt. rend. de l'Acad. de Sc. T. 98, 1884. p. 690—695.

127. Certes et Garrigou, De la présence constante de micro-organismes dans les eaux de Lachon, recuéillies au griffon à la température de 64°, et de leur action sur la production de la barégine. Comptes rendus de l'Ac. des. sc. CIII. 1886 p. 703.

128. Chaptal, Observations sur l'Acide carbonique fourni par la fermentation des raisins, et sur l'Acide acéteux qui résulte de sa combinaison avec l'eau. Histoire de l'Academie Royale des sciences. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique, pour la même Année. Année MDCCLXXXVI. Paris MDCCLXXXVIII.

129. Charpantier, P. G. Les microbes. Paris. 1909.

130. Chauveau, A. De l'atténuation des cultures virulentes par l'oxygène comprimé. Comptes rendus hebd. de l'Ac. des Sc. T. 98. 1884. pag. 1232.

131. Chevreul. Eau. Dictionnaire des sciences naturelles. suivi d'une biographie des plus célébres noturalistes. Strasbourg. T. 14. 1819.

132. Chlopin, G. W. und Tamman, G. Ueber den Einfluss hoher Drucke auf Mikroorganismen. Zeitschr. f. Hyg. Bd. XLV. 1893. pag. 171.

133. Christensen, H. R. Ueber das Vorkommen und die Verbreitung des Azotobacter chroococcum in verschiedenen Böden. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 17 1907. pag. 109.

134. Clemm, G. Analyse des Nordsee-Wassers. Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. XXXVII. Heidelberg. 1841.

135. Cohn, F. Hygrocrocis nivea Kg. Beggiatoa leptomitiformis? Kg. Lepthothrix aeruginea Kg. Hedwigia. 1863. № 12.

136. — Zwei neue Beggiatoen. Hedwigia. 1865.

137. — Untersuchungen über Bakterien II. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Herausgegeben von F. Cohn. I Bd. Breslau 1875, 3 Hefte.

138. Condorelli e Mangeri, Variazioni numeriche dei microorganismi nell'aria di Catania. Atti della Acc. Gioenia di Scienze Nat. in Catania. 1888.

139. Couteaud, Bactériologie de la zone glaciale. Revue scientifique T. 51, № 6. 1893. pag. 169

140. Crochetelle, J. et Dumont, J. De l'influence des chlorure. sur la nitrification. C. rend. de l'Ac. des Sc. T. CXIX, 1894, p. 93.

Crochetelle см. Dumont.

141. Crouzel, Levure sulfhydrogène. Journ. de Pharm. et de Chimie 5 Sér. T. XXIII. Paris. 1891.

142. Czapek, F., Zur Kenntnis der Stoffwechsel-Anpassungen bei Bakterien: Saccharophobie und Saccharophilie. Chiari-Festschrift, herausgeb. von Paul Dittrich in Prag, Wien und Leipzig. 1908. Ref. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 26. 1910.

143. Daniel, Fr. Du dégagement spontané de l'hydrogène sulfuré dans les eaut de la côte occidentale de l'Afrique et d'autres localités. Ann. de Chimie et de Phys. 3 Ser. T. III. 1841. (а такъ же см. Philosophical Magazine 3 série 1840. № 121).

144. Le Dantec, F., Etude de la morue rouge. Annales de l'Inst. Pasteur. 1891.

145. Debraye et Legrain. Sur la biogenèse de l'hydrogène sulfure. Comptes rendus hebd. des séances et mém. de la soc. biol. ser. IX. T. 24. 1890. p. 466.

146. Van Delden, A. Beitrag zur Kenntnis der Sulfatreduktion der Bakterien. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XI. 1904.

147. Die deutsche Tiefsee-Expedition 1898—1899 „Valdivia". Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Bd. XXXIV. 1899, pag. 75.

148. Dieulafait, Sels ammoniacaux dans les mers actuelles et anciennes. Annales de chemie et de physique. Série 5. Bd. 14. 1878, pag. 377.

149. Dittmar, W. Report on the Composition of the Ocean-Water. Challenger Reports. Physics and Chemistry. I.

150. Doss, Bruno. Ueber den Limanschlamm des südlichen Russlands sowie analoge Bildungen in den Ostseeprovinzen und die eventuelle technisch-balneologische Ausnutzung des Kangerseeschlammes. Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XLIII. 1900.

151. Drew, G. Harold. The Action of some Denitrifying Bacteria in tropical and Temperate Seas, and the Bacterial Precipitation of Calcium Carbonate in the Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. New Series. Vol. IX. № 2—issued October, 1911.

152. — On the precipitation of Calcium carbonate in the Sea by Marine Bacteria, and on the Action of Denitrifying Bacteria in Tropical and Temperate Seas. Journal of the marine biological association of the united Kingdoom. № 4. 1913.

153. Duclaux, E. Sur les bactéries des eaux sulfureuses. Revue critique. Ann. Inst. Pasteur. 1887. I, p. 548.

154. Sur les odeurs de putréfaction. Revue critique. Annales de l'Inst. Pasteur. T. X. 1896.

155. Dumont, J. et Crochetelle, J. Sur la nitrification des terres de prairie. Comptes rendus h. de l'Ac. des sc. T. CXVII. 1893, p. 670. T. CXVIII. 1894. p. 604.

Dumont см. Crochetelle.

Dupetit см. Gayon.

156. Ehrenberg. Die Infusionsthierchen als vollkommende Organismen. Leipzig. 1838.

157. — Untersuchungen über das den Schlammgrund bildende Meeresleben des Süd-Oceans bei Japan. 11 August 1864. Monatsb. d. K. Preuss. Akademie d. Wiss. 1864, pag. 593 (только заглавіе, сообщенія нѣтъ).

158. Ehrenberg, P. Die bakterielle Bodenuntersuchung in ihrer Bedeutung für die Feststellung der Bodenfruchtbarkeit. Landw. Jahrb. Bd. 33. 1904.

159. Ekelöf, Erik. Studien über den Bakteriengehalt der Luft und des Erdbodens der antarktischen Gegenden, ausgeführt während der schwedischen Südpolar-Expedition 1901—1904. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. LVI. 1907. Heft 3.

160. Engler, A. Ueber die im Kieler Hafen in dem sogenannten „toten Grund" vorkommenden Pilzformen. Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. 1882. Jahrgang. Berlin. 1882. pag. 17.

161. — Ueber die Pilzvegetation des weissen oder toten Grundes in der Kieler Bucht. 4 Bericht d. Komm. z. wiss. Untersuchung D. Meere in Kiel, 1878—1881. Berlin. 1884.

162. Etard, A. et Olivier, L. De la réduction des sulfates par les êtres vivants. Comptes rend. de l'Ac. des Sc. T. XCV. 1882.

163. Expedition der «Pommerania» zur Erforschung der Ostsee. 1871.

164. Feitel, R. Beiträge zur Kenntnis der denitrifizierenden Meeresbakterien. Wiss. Meeresunters. N. F. Bd. VII. Abt. Kiel. 1903.

165. Fischer, A. Vorlesungen über Bakterien. Jena. 1903.

166. — Ueber Plasmoptyse der Bakterien. Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXIV. 1906, pag. 55.

167. Fischer, B. Bacteriolog. Untersuchungen der Seeluft auf Mikroorganismen bezw. deren Keime. Zeitschrift für Hygiene Bd. I. 1886, pag. 421.

168. — Ueber einen lichtentwickelnden, im Meerwasser gefundenen Spaltpilz. Zeitschr. f. Hygiene. Bd. II. 1887.

169. — Die Bedeutung der bacteriologischen Meeresforschung. Deutsch. med. Wochensh. 1899. № 37. p. 614—616.

170. — Ueber einen neuen lichtentwickelnden Bacillus. Centr. für Bakteriologie Bd. III. № 4. 1888.

171. — Bakterienwachstum bei 0° C. Physiol. Verein zu Kiel. Mai 28, 1888.

172. — Untersuchungen über die Verunreinigung des Kieler Hafens. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. Bd. XXIII.

173. — Bakterienwachstum bei 0°, sowie über das Photographiren von Kulturen leuchtender Bakterien in ihrem eigenen Lichte. Centr. f. Bakt. Bd. IV. 1888.

174. — Die Bakterien des Meeres. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. IV. Kiel. 1894.

175. — Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Plankton-Expedition unter gleichzeitiger Berücksichtigung einiger älterer und neuerer Untersuchungen. Centr. für Bakteriologie. Bd. XV. 1894, pag. 657.

176. Fischer, Hugo. Ueber Symbiose von Azotobacter mit Oscillarien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XII. 1904, pag. 267.

Fischer H. см. Lemmermann.

177. Forchamer, On the composition of sea water in the different parts of the Ocean. Phil. Trans. of R. Soc. London. 1865.

178. Forschungsreise S. M. S. „Planet" 1906/07. IV. Bd. Biologie von Dr. Gräf. Berlin. 1909. Verlag von K. Siegismund.

179. Förster, Ueber eine merkwürdige Erscheinung bei Chromatium Okenii Ehrbg. Centr. f. Bakt. XI Bd. 1892. S. 257.

180. Forster, I. Ueber einige Eigenschaften leuchtender Bakterien. Centralb. für Bakteriologie. Bd. II. 1887.

181. — Ueber die Entwickelung von Bakterien bei niederen Temperaturen. Centr. f. Bakt. Bd. XII. 1892.

182. de-Fourcroy, Mémoire sur la formation et les propriétés du gaz hépatique. Mémoire de l'Academie Royale des sciences. MDCCLXXXVI. Paris MDCCLXXXVIII.

183. Frank. Ueber den Nachweis der Assimilation freien Stickstoffs. Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. VII. 1889.

184. Frankland, E. Sea-water microbes in high latitudes. The Chemical News. Vol. LXXV. 1897. p. 1—2.

185. Frankland, Percy F. First Report to the Water Research Committee of the Royal Society, on the present State of our Knowledge concerning the Bacteriology of Water, with especial reference to the Vitality of Pathogenic Schizomycetes in Water. Proceedings of the Royal Society of London. vol. LI. 1892. pag. 183.

186. Früh, J. und Schröter, C. Die Moore der Schweiz. Bern. 1904.

187. Garbowski, L. Plasmoptyse und Abrundung bei Vibrio Proteus. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXIV. 1906. pag. 477.

Garrigou см. Certes.

188. Gautier, A. Formation des phosphates naturels d'alumine et de fer. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 116. 1893. p. 1494.

189. — L'iode dans l'eau de mer. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 128. 1899. pag. 1069.

190. — Examen de l'eau de mer puisée à différentes profondeurs; variations de ses composés iodés. Compt. rend. de l'Acad. des. Sc. T. 129. 1899. pag. 9.

191. — Présence de l'iode en proportions notables dans tous les végétaux à chlorophylle de la classe des Algues et dans les Sulfuraires. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 129. 1899. pag. 189.

192. Gautier, Albert. Sur la teneur en bactéries de quelques huîtres Comp. rend. de la Soc. de biol. 1907. T. 1. p. 766.

193. Gayon et Dupetit Sur la fermentation des nitrates. Comptes rend de l'Ac. des Sc. T. 95. 1882. pag. 644.

194. — Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniments petits. Nancy. Bergen-Levrault. 1886.

195. Gazert, H. Deutsche Südpolar-Expedition auf dem Schiff Gauss unter Leitung von E. v. Drygalski. Bericht über die wissenschaftlichen Arbeiten auf der Fahrt von Kiel bis Kapstadt, 11 August bis 27 November 1901 und die Errichtung der Kerguelenstation. V. Bakteriologische Untersuchungen Veröffentlich. d. Inst. f. Meereskunde. Berlin. Heft I. pag. 53.

196. — Bakteriologische Aufgaben der deutschen Südpolar-Expedition. Dr. A. Petermann's Mitteilungen aus Justus Perthes'geographischer Anstalt Herausg. von Dr. A. Supan. Bd. XLVII. 1901. pag. 153—155.

197. — Untersuchungen über Denitrifikation und Nitrifikation im Meere während der Reise des „Gauss", sowie Sammlung und Aufbewahrung von Wasserproben für die quantitative Stickstoffbestimmung in der Heimat. Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903 herausg. von E. von Drygalsky. Bd. VII. Bakteriologie. Chemie. Hygiene. Sport. Berlin 1909.

198. — Bakteriologischer Bericht. Deutsche Südpolar-Expedition auf dem Schiffe „Gauss". Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde. H. 5. 1903.

199. — Vorkommen und die Tätigkeit der Bakterien im Meere. (Vortrag). Verhandlungen des XV Deutsch. Geographentages zu Danzig. 1905.

200. Gebbing, J. Chemische Untersuchungen von Meeresboden-Meerwasser- und Luft-Proben der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903. Bd. VII. H. 2. Berlin. 1909.

201. — Ueber den Gehalt des Meeres an stickstoffnährsalzen. Intern. Revue der Gesamt. Hydrob. und Hydrogr. Bd. III. 1910—11.

202. Geelmuyden, Ueber die quantitative Bestimmung der stickstoffhaltigen Bestandteile des Meerwassers. Zeitschr. für analytische Chemie. Bd. 22.

203. Gerlach und Vogel, Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. Centr. für Bakteriol. II Abt. Bd. IX. 1902. pag. 819.

204. De Giaxa, Ueber das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Meerwasser. Zeitschrift für Hygiene. Bd. VI. pag. 172.

205. Giltay et Aberson, Recherches sur un mode de dénitrification. Archives néerlandaises d. Sc. nat. T. XXV. 1892.

206. Giustiniani, Sur l'emploi des engrais ammoniacaux dans les sols calcaires. Ann. agron. T. 27. 1901.

207. Gmelin, L. Handbuch der anorganischen Chemie. I Bd. 5 Aufl. Heidelberg. 1852.

Gräf, Biologie. см. Forschungsreise S. M. S. „Planet“ 1906—7. Bd. IV. Berlin, 1909.

208. Gran, H. H. Studien über Meeresbakterien. I. Reduction von Nitraten und Nitriten. Bergens Museum Aarbog 1901. № 10.

209. — Studien über Meeresbakterien. II. Ueber die Hydrolyse des Agars-Agars durch ein neues Enzym, die Gelase. Bergens Museums Aarbog 1902. № 2.

210. — Havets Bakterier og deres stofskifte. Forelaesning for den filosofiske Doktorgrad. Bergen. 1903. Sep. af „Naturen“.

211. Gredig, Eugen. Beiträge zur Nitrifikation und Nitratzersetzung im Neckarwasser und die Bakterienflora des Neckars zu verschiedenen Jahreszeiten. Inaug. Diss. Heidelberg. 1906.

212. Grimbert, L. et Bagros, M. Sur le mécanisme de la dénitrifikation chez les bactéries dénitrifiantes indirectes. Compt. Rend. de la Soc. biolog. T. I. Paris, 1909 p. 760.

213. Guignard, Léon. Sur une nouvelle Bacteriacée marine, le Streblothrix Bornetii. Compt. Rend. de le Soc. Biol. 1890. № 9. pag. 124.

214. Guignet, E. et Telles, A. Composition chimique des eaux de la baie de Rio-de-Janeiro. Compt. rend. h. des s. de l'Ac. des sc. 83. 1876. pag. 919.

215. Gulliermond, A. Recherches cytologiques sur les levures et quelques moisissures à formes levures. Lyon-Paris. 1904.

Hahn см. Buchner.

216. Hansen, E. Chr. Ueber die Brutstätten der Alkoholgärungspilze oberhalb der Erde. Centr. für Bakf. II Abt. Bd. XIV. 1905.

217. Hansen, Allgem. Brauer. und Hopfenzeit. Bd. 27. 1887.

218. Hansgirg, A. Ueber neue Süsswasser-und Meeresalgen und Bakterien. Sitzgsber. d. Kgl. Böhm. Ges. d. Wissenschaften in Prag. 1890.

219. Härtling, Ueber das Vorkommen von Schwefelwasserstoff im Harn. Diss. Berlin. 1884.

220. Heinze. Einige Berichtigungen und weitere Mitteilungen zu der Abhandlung: „Ueber die Bildung und Niederverarbeitung von Glykogen durch niedere pflanzliche Organismen“. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XIV. 1905.

221. Helland-Hansen, B. The Ocean Waters an Introduction to Phisical Oceanography. I. General Part. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Hydrographische Supplemente. I Serie, 2 Heft. Leipzig, 1911—1912.

Helland-Hansen см. Nansen.

222. Henseval et Huwart. Etude sur le noircissement de la vase dans la mer du Nord. Travaux de la station de recherches relatives à la pêche maritime á Ostende, fasc. I, 1903.

223. Henze, Bemerkungen zu den Anschauungen Pütters über den Gehalt des Meeres, an gelösten organischen Kohlenstoff. Archiv f. die gesamte Physiol. von Pflüger. Bd. 123. 1908.

224. Hereus, W. Ueber das Verhalten der Bakterien im Brunnenwasser, sovie über reducirende und oxydirende Eigenschaften der Bakterien (Diss. Berlin). Zeit. f. Hyg. 1886. I. 193.

225. Hiltner, L. und Störmer, K. Studien über die Bakterienflora des Ackerbodens, mit besonderer Berücksichtigung ihres Verhaltens nach einer Behandlung mit Schwefelkohlenstoff und nach Brache. Arb. aus der Biolog. Abt. für Land -u. Forstwirtsch. am Kais. Ges. Amte. Heft 5. Bd. 3. 1903.

226. Hinze, P. Thiophysa volutans, ein neues Schwefelbakterium. Berichte der deutsch. bot. Gesellschaft. Bd. XXI. 1903. pag. 309—316.

227. Holschewnikoff, Ueber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch Bakterien. Fortschritte der Medizin. Bd. 7. 1889. № 6.

228. Hoppe-Seyler, F. Ueber die Gährung der Cellulose mit Bildung von Methan und Kohlensäure. Zeitschr. für physiologische Chemie. Bd. 10. 1886.

229. Hudig, Nitrificatie en de samenstelling von drainwater. Cultura. Bd. XVIII. № 211. 1906.

230. Hueppe, F. Ueber Assimilation der Kohlensäure durch chlorophyllfreie Organismen. Wissensch. Ergebnisse des Intern. Botan. Kongresses Wien 1905. Jena 1906.

231. Hutchinson, H. B. Ueber Kristallbildung in Kulturen denitrifizierenden Bakterien. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XVI. 1906.

Huwart см. Henseval.

Irvine см. Murray.

232. Issatschenko, B. L. Zur Frage von der Nitrifikation in den Meeren. Centr. für Bakteriol. II Abt. Bd. XXI. 1908.

233. Van Iterson, G. Anhäufungsversuche mit denitrifizierenden Bakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XII. 1904. Autoreferat. Ib. см. Verslagen der Koninkl. Akad. van Wetensch. te Amsterdam. Dl. XI. 1902—1903.

234. Van Iterson jr. C. Die Zersetzung von Cellulose durch aërobe Mikroorganismen. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XI. 1903.

235. Jacobsen, H. C. Die oxydation von elementarem Schwefel durch Bakterien. Folia Microbiologica. I Jahr. Heft 4. 1912. pag. 487.

236. Jegunow, M. Platten der roten und der δ—Schwefelbakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. IV Bd. 1898. № 7.

237. Jensen, H. Das Verhältniss der denitrifizierenden Bakterien zu einigen Kohlenstoffverbindungen. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. III. 1897.

238. — Beiträge zur Morphologie und Biologie der Denitrifikationsbakterien. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. IV. 1898.

Kappen см. Lemmermann.

239. Karplus, J. P. Ueber die Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Methylmerkaptan durch ein Harn-Bakterium. Virchow's Archiv f. path. Anat. u. Physiol. Bd. CXXXI 1893.

240. Keding, Max. Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien. Separatabd. aus Wissensch. Meeresunter. Abt. Kiel. Neue Folge. Bd. 9. 1906.

241. Kempner. Archiv für Hyg. Bd. XXI. 1894. S. 317.

242. Keutner, J. Ueber das Vorkommen und die Verbreitung stickstoffbinden den Bakterien im Meere. Wissensch. Meeresunt. Neue Folge. Bd. VIII. Abt. Kiel. 1905. или Inaug. Dissert. Kiel.

Keutner-Benecke см. Benecke-Keutner.

243. King and Whitson. Agric. Exp. Stat. Univ. Wisconsin. Bull. T. 93. 1902.

244. Knauss, C. Untersuchungen der Asche vom Seetang aus dem Weissen Meere, des Wassers des Weissen Meeres und zweier Salzsolen aus Nonoxa ausgeführt in Archangel vom August 1859 bis Februar 1860. Bulletin de l'acad. imp. des sc. de St.-Pétersbourg. Bd. II. 1860. pag. 312.

245. Knipowitsch, N. Ueber den Reliktensee „Mogilnoje" auf der Insel Kildin an der Murman-Küste. Извѣстія Имп. Академіи Наукъ 1895. Декабрь T. III, № 5.

246. — Hydrobiologische Untersuchungen des Kaspischen Meeres. Pettermann's Mitteilungen aus J. Perthes Geograph. Anstalt. Bd. 50. 1904.

247. Koch, R. Zur Untersuchung von pathogenen Organismen. Mitteilungen a. d. Kais. Gesundheitsamt. Bd. I. 1881.

248. Kohl, Die Hefepilze. Leipzig. 1908.

249. König, Die Untersuchung landwirtschaftl und gewerbl. wichtiger Stoffe. 2 Aufl. 1898.

250. Kossowicz, Alexander. Die Bindung des elementaren Luftstickstoff durch Saccharomyceten (Hefen), Monilia candida und Oidium lactis. Zeitschr. f. Gärungsphys. Bd. I. 1912.

251. Kossowitsch, P. Untersuchungen über die Frage, ob die Algen freien Stickstoff fixiren. Bot. Zeit. Abt. I. Bd. 52. 1894. pag. 112.

252. Krogh, A. On the Tension of Carbonic Acid in Natural Waters and especially in the Sea. Meddelelser om Grönland. 26 Heft. Kopenhagen, 1904. pag. 331—406.

253. — The abnormal CO_2—Percentage in the Air in Grenland and the General Relations betwen Atmospheric and Oceanic Carbonic Acid. Meddelelser om Grönland. 26 Heft. Kopenhagen, 1904. pag. 407.

254. Krümmel, Handbuch der Oceanographie. 1907.

255. de Kruyff, E. Quelques remarques sur des bactéries aérobes, fixant l'azote libre de l'atmosphère dans les tropiques. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 26. 1910. pag. 54.

256. — Torula bogoriensis rubra. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. 3-ième suppl. Leide. 1910.

257. Kühl, Hugo. Beitrag zur Kenntnis des Denitrifikationsprozesses. Centr. für Bakteriol. II Abt. Bd. XX. 1908. pag. 258.

258. Künnemann, O. Ueber denitrificierende Mikroorganismen. Die Landw. Versuchst. Bd. 50. 1898.

259. Laurent, E. La reduction des nitrates en nitrites par les graines et les tubercules. Bulletins de l'Acad. Royale des sciences de Belgiqueus. 3-iéme Série. T. 20. 1890.

260. — Sur la réduction des nitrates par la levure de bière et par quelques moisissures. Bulletins de l'Académie Royale des sciences de Belgiques. 3-ième Série. T. 20. 1890.

261. — Notes sur la reduction des nitrates par les plantes et par la lumière solaire. Bulletins de l'Académie Royal des sciences de Belgique. 3 serie. T. 20 u T. 21. 1890—1.

262. — Recherches physiologiques sur les levures. Memoires de la Societé belge de microscopie. T. XIV. 1890.

263. — Experiences sur la reduction des nitrates par les végétaux. Annales de l'Institut Pasteur. T. IV. 1890.

Legrain см. Debraye.

Laurent см. Schlösing.

264. Lemmermann, O., Fischer, H., Kappen und Blanck, E. Bakteriologisch-chemische Untersuchungen. Landw. Jahrb. Bd. 38. 1909.

Lemmermann см. Pfeiffer.

265. Levin, Dr. Les microbes dans les régions arctiques. Annales de l'Institut Pasteur. T. 13. 1889. pag. 558—567.

266. Léwy, Recherches sur la composition de gaz que l'eau de mer tient en dissolution dans les différentes moments de la journée. Ann. de Chimie et de Phys. 3 Ser. T. 17. 1846.

267. Lohmann, H. Untersuchungen über die Tier-und Pflanzenwelt, sowie über die Bodensedimente des nordatlantischen Oceans zwischen dem 38 und 50 Grade nördl. Breite. Sitzungsberichte d. K. Preusischen Akademie d. Wissenschaften. 1903. pag. 560.

268. — Ueber die Quellen der Nahrung der Meerestiere und Pütters Untersuchungen hierüber. Int. Revue der gesamten Hydrob. und Hydrographie. Bd. II. 1909.

269. Löhnis, E. Untersuchungen über den Verlauf der Stickstoffumsetzungen in der Ackererde. Mitteil. des Landw. Inst. Leipzig. Heft. 7 Berlin. 1905.

270. — Beiträge zur Kenntniss der Stickstoffbakterien. Centr. f. Bakteriol. II. Abt. Bd. XIV. 1905. pag. 582.

271. Lortet, M. Microbs pathogènes de la Mer Morte. Lyon medical. T. LXVII 1891.

272. Maassen, A. Ueber das Reduktionsvermögen der Bakterien und über reduzierende Stoffe in pflanzlichen und tierischen Zellen. Arb. aus dem K. Gesundh. Bd. 21. 1904. pag. 377.

Maassen см. Petri.

Mangeri см. Condorelli.

273. Marcantonio, Ricerche batteriologische sull'acqua del golfo di Napoli. Giornale internazionale delle scienze mediche. Neapel 1891. Vol. XIII.

274. Marcet, A. On the specific gravity, and temperature of Sea Waters in different parts of the Ocean, and in particular seas; with some account of their saline contents. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. London, 1819. part. I.

275. Marchand, Annales de sc. phys. et nat. d'agriculture. Lyon. S. II. Bd. 6. 1854.

Marcous см. Biltz.

276. Marpmann, G. Ueber die Organismen der Milchsäure Gährung und über schwarze Hefe. Archiv der Pharmacie. 3 Reihe. Bd. 24. 1886.

277. Mayer, Ad. Das Gesetz des Minimums eine logarithmische Funktion. Vers. St. Bd. LXXVIII. 1912.

278. Meyer, Alfr. Ueber Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXIII. 1905.

279. Meyer, Lothar. Chemische Untersuchung des Thermen zu Landeck in der Grafschaft Glatz. Journ. f. prakt. Chemie. Bd. 91. 1864 p. 1.

280. Migula, W. Die Pflanzenwelt der Gewässer. Leipzig. 1903.

281. Miller, The amount and composition of the drainage throgh unmanured and uncropped land, Barnfield Rothamsted. The Journal of Agric. Science Vol. I. Heft 4. 1906.

282. Minervini, R. Einige bakteriologische Untersuchungen über Luf und Wasser inmitten des Nordatlantischen Oceans. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf Bd. XXXV. 1900.

283. Miquel, P. De la fermentation sulfhydrique. Bulletin de la Société chimique de Paris. 2 Semestre. Nouvelle Série. T. XXXII. 1879.

284. — Biogénèse de l'hydrogène sulfuré. Annales de Micrographie. T. I. 1889

285. Mitscherlich, E. A. Das Gesetz des Minimums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrags. Landw. Jahrb. Bd. 38. 1909.

286. — Ueber das Gesetz des Minimums und die sich aus diesem ergebenden Schlussfolgerungen. Die landw. Vers. St. Bd. LXXVII. 1911.

287. Miyoshi, Manabu (Rigakushi Rigakuhakuschi). Studien über dei Schwefelrasenbildung und die Schwefelbacterien der Thermen von Yumoto bei Nikko. The Journal of the College of Science I. University of Tokyo. vol X. 1896—98. pag. 143.

288. Möbius, M. Notiz über Schlauchbildende Diatomeen mit zwei verschiedenen Arten. Berichte der Deutsch. bot. Gesellsch. 1907. p. 247—250.

289. Molisch, H. Leuchtende Pflanzen. Jena 2 Auf. 1912.

290. Morren, Ch. Recherches physiologiques sur les Hydrophytes de Belgique. Quatrième Mémoire. Recherches sur la rubefaction des eaux. Bruxelles. 1841. „lu à l'académié royale de Bruxelles, le 7 février 1841".

291. — Histoire de la Monade rose (Monas rosea), nouvelle espèce dècouverte par l'auteur. от. отт. „lu à l'academie royale de Bruxelles 7 février 1841".

292. Morris, M. Studien über die Produktion von Schwefelwasserstoff, Indol und Merkaptan bei Bakterien. Arch. f. Hygiene. Bd. 30. 1897.

293. Mulder, G. J. Verhandeling over de wateren en lucht der stad Amsterdam. 1827.

294. Müller, Fr. Ueber Schwefelwasserstoff im Harn. Berl. Klin. Wochenschr. 1887. № 23—24.

295. Müller, Max. Ueber das Wachstum und die Lebenstätigkeit von Bakterien, sowie den Ablauffermentativer Prozesse bei niederer Temperatur unter spezieller Berücksichtigung des Fleisches als Nahrungsmittel. Arch. f. Hyg. 47. 1903 p. 127.

296. Müntz, A. Sur la décomposition des roches et la formation de la terre arable. Comptes rend. de l'Acad. des Sc. T. 110. 1890. pag. 1370.

Müntz см. Schlösing.

297. Murray, J. On the Deposits of the Black Sea. The Scottisch geographical Magazine. XVI. 1900.

298. Murray, J. and Irvine, R. On coral reefs and other Carbonate of Lime formations in modern Seas. Proceed of Roy Soc. of Edinburgh Vol. XVII. 1889—90.

299. — On Silica and the silicous remains of organisms in modern seas. Proc. of royal Soc. of Edinburgh. Vol. 18. 1891.

300. — On the chemical changes which take place in het composition of the Sea-Water associated with Blue Muds on the Floor of the Ocean. Transactions of the R. Society of Edinburgh. Vol. 37. 1903.

301. Murray, J. and Renard, A. F. Report on deep-sea deposits based on the specimens collected during the voyage of H. M. S. „Challenger" in the years 1872 to 1876. Deep-Sea Deposits Chall. Exp. London. 1891.

Murray см. Thomson.

302. Müther und Tollens. Ueber die Producte der Hydrolyse von Seetang (Fucus), Laminaria und Carragheen-Moos. Berichte d. d. Chem. Ges. Bd. 37. 1904. pag. 298 u. 306.

303. Nansen, F. and Helland Hansen, B. The Norwegian Sea. Bergen. 1909.

304. Nathansohn, A. Ueber eine neue Gruppe von Schwefelbakterien und ihren Stoffwechsel. Mitteilungen aus d. Zoologischen Station zu Neapel. Bd. 15. H. 4. 1902. Berlin, 1903. pag. 655.

305. — Ueber die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. Abh. der math.-phys. Klasse des K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Leipzig. Bd. 19. 1906. № 5.

306. Natterer, Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer. Reise S. M. S. „Pola" im Jahre 1890. Denkschriften d. K. Akad. d. Wiss. in Wien. LIX. Wien. 1892.

307. — Berichte d. Kommission f. Ocean. Forschung. Bd. VI. 1898.

Neumann см. Otto.

308. Nordenskiold, A. E. Svenska expeditionen till Spetsbergen och Jan Mayen. 1867.

309. Nyström, C. Om fäsnings och forruttnelse-processerna pä Spetsbergen. Upsala Läkareförenings förhandlingar. T. IV. 1868.

Olivier см. Etard.

310. Omelianski, V. Ueber die Isolierung der Nitrifikations-mikroben aus dem Erdboden. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. V. 1899.

311. Omeliansky, W. und Sseverova, O. Die Pigmentbildung in Kulturen des Azotobacter chroococcum. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XXIX. 1911.

Otsuka см. Sasaki.

312. Otto, M. und Neumann, R. O. Ueber einige bakteriologische Wasseruntersuchungen im Atlantischen Ozean. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. XIII 1904. pag. 481—489.

313. Overbeck, O. Ueber eine neue Methode zur Entdeckung freien Schwefels im Hopfen. The Brewer's Journal № 307. Ref. Koch Jahresb. 1891 p. 142.

314. Peake, R. E. On the results of a deep-sea sounding expedition in the North Atlantic during the summer of 1899. With notes on the temperature observations and depths and a description of the deep-sea deposits in this area, by Sir John Murray. London. 1901.

315. Perty, Zur Kenntniss kleinster Lebensformen. Bern. 1852.

316. Petri, R. J. und Maassen, A. Ueber die Bildung von Schwefelwasserstoff durch die Krankheitserregenden Bakterien unter besonderer Berücksichtigung des Schweinerothlaufes. Centr. f. Bak. XI Bd. 1892.

317. Petri, R. und Maasen, A. Beiträge zur Biologie der Krankheitserregenden Bakterien insbesondere über die Bildung von Schwefellwasserstoff durch dieselben unter vornehmlicher Berücksichtigung des Schweinerothlaufes. Arbeiten a. d. Kais. Gesundheitsamt. Bd. VIII. 1892.

318. — Weitere Beiträge zur Schwefelwasserstofbildung aerober Bakterien und kurze Angaben über Merkaptanbildung derselben. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt. Bd. VIII. 1893.

319. Pfeffer, W. Pflanzenphysiologie. Leipzig 1897—1904.

320. Pfeiffer, Th. und Lemmermann, O. Ueber Denitrifikationsvorgänge Die Landw. Vers. Bd. 50. 1898.

321. Philippi, E. Ueber Schichtbildung am Boden der heutigen und vorweltlichen Meere. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. II. 1909. pag. 3.

322. Plauchud, E. Recherches sur la formation des eaux sulfureuses naturelles. Compt. Rendus de l'Acad. des sc. de Paris. T. 84. 1877.

323. — Sur la réduction des sulfates par les sulfuraires et sur la formation des sulfures métalliques naturelles. Compt. rend. de l'Ac. de sc. 29 Janv. 1877 et 26 déc. 1882. pag. 1363.

324. Pozzi-Escot, Sur une importante cause d'erreur dans la recheche de diastases. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 134. 1902.

325. — Etat actuel de nos connaissances sur les oxydases et les réductases. Paris. 1902.

326. Pringsheim, E. jun. und Bilewsky, H. Ueber Rosahefe. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 10. Breslau 1910—1911.

327. Pringsheim, Hans und Ernst. Ueber die Verwendung von Agar Agar als Energiequelle zur Assimilation des Luftstickstoffs. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 26. 1910. pag. 227.

328. Pritzkow, Al. Beobachtungen und chemisch.-physik. Untersuchungen an der biologischen Reinigungsanlage der Gemeinde Wilmersdorf. Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserver. und Abwässerb. Heft. XIII. Berlin. 1910.

329. Pütter, Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena 1909.

330. — Die Ernährung der Wassertiere. Zeit. allg. Physiol. Bd. 7. 1908.

331. — Der Stoffhaushalt des Meeres. 1907.

332. — Studien zur Vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels. Abh. Gesellsch. Wissens. Göttingen. Mathem-phys. Kl. Neue Folge. Bd. 6. № 1. 1908.

333. Quinton, René. L'eau de mer milieu organique. Constance du milieu marin originel, comme milieu vital des cellules, à travers la série animal. Paris. Masson et C-ie. 1904. VIII—503.

334. Raben, E. Ueber die quantitative Bestimmung von Stickstoffverbindungen im Meerwasser. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel. N. F. Bd. VIII. 1905.

335. — Weitere Mitteilungen über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen u. s w. im Meerwasser. Wissensch. Meeresunter. Abt. Kiel. N. F. Bd. VIII. 1905.

336. — Quantitative Bestimmung von Kieselsäure im Meerwasser. Wissensch. Meeresunters. N. F. Bd. 11. 1910.

337. Ist organ. Kohlenstoff in nennenswerter Menge im Meerwasser gelöst vorhanden. Wiss. Meeresunt. N. F. Bd. 11. 1910, pag. 111.

338. Rahn, O., Brown, C. W. und Smith, L. M. Die Haltbarkeit der Butter in Kalthäusern. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXVI. 1910.

339. Rank, A. Beiträge zur Kenntniss der sulfatreduzierenden Bacterien. Schwefelwasserstofbildung im Passuger Mineralwasser. In.-Dissert. Zürich, 1907

340. Ray-Lankaster, E. On a Peach-coloured Bacterium — Bacterium rubescens n. s. Quarterly Journal of Microscopical Science. London. Octobre 1873. № 52.

341. Reinhardt-Natvig, Norwegische Balneographie. Zeitschr. f. Balneologie. 1911. Jahr 4, p. 283—294.

342. Reinke, J. Symbiose von Volvox und Azotobacter. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XXI. 1903, pag. 481.

Renard см. Murray.

343. de Rey Pailhade, J. Sur un corps organique hydrogénant le soufre a froid. Comptes rendus hebd. de l'Ac. des sc. T. 106; 1888.

344. — Démonstration du pouvoir réducteur des tissus au moyen des tissus desséchés. Comptes rend. de la soc. de biol. Sér. 10. T. V. 1898.

345. Richard, J. L'océanographie. Paris. 1907.

346. Ringer, W. E. Ueber die veraenderungen in der Zusamensetzung des Meereswassersalges beim Ausfrieren. Verhandlingen uit het Rijksinstituut voor het onderzoek der Zee. III—IV. 1906.

347. — Die Alkalinität des Meereswassers. Verhandlingen uit het Rijksinstituut voor het onderzoek der Zee 1907—1908. tweede deel. № 3.

348. Rodewald, R. Das Gesetz vom minimum. Die landw. Versuchsstation. Bd. LXXVIII. 1912.

349. Römer, Fr. und Schaudinn, Fr. Fauna arctica. Einleitung, Plan des Werkes und Reisebericht. pag. 37. (Годъ изданія не обозначенъ).

350. Roster, I batterii dell'isola di Elba. Lo sperimentale. 1889.

351. Roux, Précis d'analyse microbiologique des eaux. Paris. 1892.

352. Rubner, M. Die Wanderungen des Schwefels im Stoffwechsel der Bacterien. Archiv f. Hygiene. Bd. XVI. 1892.

353. — Modus der Schwefelwasserstoffbildung bei Bacterien. Arch. f. Hygiene. Bd. XVI. 1892.

354. — Ueber das Vorkommen von Merkaptan. Archiv für Hygiene. Bd, XIX 1893.

355. Ruppin, E. Die Alkalinität des Meerwassers. Wissenschaftl. Meeresunter. N. F. Bd. XI. 1910, pag. 277.

356. Russel, Edw. und Smith, Norm. Werden Nitrite oder Nitrate durch nicht bakterielle Vorgänge im Boden erzeugt. Journ. Agric. Science. I. 1906. pag. 444.

357. Russel, H. L. Untersuchungen über im Golf von Neapel lebende Bakterien. Zeitschrift für Hygiene. Bd. XI. 1892. pag. 165.

358. — Bacterial investigation of the Sea and its Floor. The Botanical Gazette. Vol. XVII. 1892.

359. — The bacterial flora of the Atlantic ocean in the vicinity of Woods Holl, Mass. The Botanical Gazette. Vol. XVIII. 1893.

360. Russel, W. Sur la coloration d'une pièce d'eau par une Bactériacéae. Bulletin de la Soc. botanique de France. T. 56. 1909.

361. Saltet, R. H. Ueber Reduktion von Sulfaten in Brackwasser durch Bakterien. Centr. f. Bakt. Abt. II. Bd. VI. 1900 и въ Handel. van het 7-e Natuuren Genesk. Congres te Haarlem. 1899.

362. Sanfelice, Richerce batteriologische dell'acqua del mare. Bolletino della Soc. dei Naturalisti in Napoli. 1889.

Sannino см. Sostegni.

363. Sasaki, T. und Otsuka, J. Experimentelle Untersuchungen über die Schwefelwasserstoffentwicklung der Bakterien aus Cystin und sonstigen Schwefelverbindungen. Biochem. Zeitschr. t. XXXIX. 1912, pp. 208—215.

364. Schander, R. Die Bildung des Schwefelwasserstoffs durch die Hefe. II Jahresb. d. Vertreter f. angew. Botanik. 1903—04, p. 85.

Schaudinn см. Römer.

365. Schloesing, A. Sur l'ammoniaque de l'atmosphère. Compt. rendus de l'Acad. des Sc. T. LXXX. 1875.

366. Schlösing, Th. et Laurent, Em. Sur la fixation de l'azote libre par les plantes. Compt. rend. de l'Ac. des Sc. T. 115. 1892.

367. — Fixation de l'agote libre par les plantes Ann. de l'Inst. Pasteur. 1892.

368. Schlösing, Th. et Müntz, A. Recherches sur la nitrification. Compt. rend. de l'Ac. des sc. T. 89. 1879. pag. 1075.

369. Schmidt, Carl. Hydrologische Untersuchungen. Bulletin de l'Ac. Imp. des sc. de St.-Pétersbourg. T. XXIV. 1878. pag. 178.

370. — Hydrologische Untersuchungen LI. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat. IX. 1891. Dorpat. 1892.

371. — Die Schwefelwasser zu Smorden und Barkowtschina. Sitzungsb, der Nat. Ges. bei des Univ. Dorpat. Bd. 9. 1891, pag. 11.

372. Schmidt-Nielsen, Sigval. Chemical and Microbiological Investigations on the Curing of Hering. Report on Norwegian Fischery and Marine-Investigations. Vol. I. 1900. № 8. Kristiania 1900.

373. — Beitrag zur Biologie der marinen Bakterien. Biologisches Centralblatt. Bd. XXI. 1901. pag. 65.

374. — Ueber einige psychrophile Mikroorganismen und ihr Vorkommen. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. IX. 1902.

375. Smith, E, Das Verhalten von Mikroorganismen gegen niedere Temperaturen. 2 Intern. Kältekongr. 6—12 Okt. 1910.

Smith, L. см. Rahn.

Schröter см. Früh.

376. Schröter, Pilze въ Kryptogamen Flora von Schlesien. 1886.

377. Schulze, Ueber Schwefelsäure-Bildung in Keimpflanzen. Landw. Vers. Bd. 19. 1876. pag. 172.

378. Schützenberger, Sauerstoffabsorption durch Hefe. Ber. d. chem Ges. Bd. VII. 1874. p. 484.

379. Sewerin, S. Zur Frage über die Zersetzung von salpetersauren Salzen durch Bakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXII. №№ 11/13. 1909.

Smith, N. см. Russel.

380. Sostegni, L. und Sannino, A. Staz. sperim. agr. ital. vol. XVIII. pag. 437. Chem. Centralbl. 1890. Bd. II. p. 112, ref. Koch Jahresb. 1890.

Sševerova см. Omeliansky.

381. Stagnitta-Balistreri, Die Verbreitung der Schwefelwasserstoffbildung unter den Bacterien. Archiv f. Hygiene. Bd. XVI. 1892.

382. Steuer, A. Veränderungen der nordadriatischen Flora und Fauna, während der letzten Dezenien. Intern. Revue d. Ges. Hydrobiol. und Hydrogr. 1910—11. Bd. III.

383. Stevens, F. L. and Withers, W. A. Studies in soil bacteriology. I. Nitrification in soils and in solutions. Centr. für Bakteriol. II Abth. Bd. XXIII. 1909. pag. 355.

384. Stoklasa, J. Assimilation des elementaren Stickstoffes durch Azotobacter und Radiobacter. Ber. d. Deutsch. bot. Geselsch. 1906. pag. 24.

385. — Beitrag zur Kenntniss der chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffs durch Azotobacter und Radiobacter. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. XXI. 1908. pag. 484.

386. Stoklasa, J. und Vitek, E. Beiträge zur Erkenntniss des Einflusses verschiedener Kohlenhydrate und organischer Säuren auf die Metamorphose des Nitrats durch Bakterien. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 14. 1905.

387. — Ueber den Einfluss der Bakterien auf die Metamorphose der Salpetersäure im Boden. Zeit. f. d. Landw. Vers. in Oesterreich. 1906. Sep.-Abd.

388. Stokvis, M. C. Bijdrage tot de verklaring van de zwavelwaterstofvorming in het Amsterdamsche grachtwater. Amsterdam. 1899.

Störmer см. Hiltner.

Stutzer см. Burri.

389. Susuki, Shigihiro. Ueber die Entstehung der Stickoxyde im Denitrifikationsproces I. Centr. für Bakt. II Abt. Bd. 31. 1911.

390. Takahashi, T. Can Nitrite Provide Oxygen in Anaerobie Culture of Bacteria? Bull. of the Coll. of Agriculture. Tokio. vol. 6. 1904—1905.

Tamman см. Chlopin.

391. Thiele, K. Die Verarbeitung des atmosphärischen Stickstoffs durch Mikroorganismen. Die landw. Versuchstation. Bd. 63. 1905.

392. Thomsen, Peter. Ueber das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere. Vorläuf. Mitteil. Berichte d. Deutsch. bot. gesellsch. Bd. XXV. 1907. pag. 16.

393. — Ueber das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere. Wiss. Meeresunt. N. F. Bd. XI. Abt. Kiel. 1910.

394. Thomson, W. and Murray, J. Deep-Sea Deposits. London. 1891.

395. Thoulet, L'océan. Paris. 1904.

Tollens см. Müther.

396. Tolomei, Bull. Soc. d'agric. et de pêche. T. XI. 1899. pg. 124.

397. Tsiklinsky M-lle. La flore microbienne dans les régions du pôle sud. Expedition antarctique française (1903—1905). Paris 1908.

398. — en collaboration avec M. le Dr. Beliaeff, Sur la flore microbienne intestinale des animaux polaires. Expédition antarctique française. (1903—1905). Paris. 1908.

399. Valmont-Bomare, Dictionnaire raisonné universal d'histoire naturelle. T. 8. Lyon. MDCCXCI. pag. 408.

400. Vernon, The relations between Marine Animals and Vegetable Life. Mitth. a. d. Zoolog. Station zu Neapel. Bd. XIII. Berlin. 1898.

401. Verslag betrefende het onderzoek van de oorzaken van den vervuilden taestand der kanalen tusschen de Maas en Scheveningen en de middelen tot verbetering. 1898, Juni.

Vitek см. Stoklasa.

Vogel см. Gerlach.

402. Volk, R. Mitteilungen über die biologische Elbe-Untersuchung des naturhistorischen Museums in Hamburg. Verhandl. des naturw. Vereins in Hamburg, III Folge. Bd. XV. 1907. Hamburg. 1908.

Wanderschek см. Will.

403. Warmbold, Hermann. Untersuchungen über die Biologie stickotoff-bindender Bakterien. Inaug. Diss. Göttingen. 1905.

404. Warming, Eug. Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bacterier. Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn, 1875. Kjöbenhavn, 1876. (Резюме на франц. яз.).

405. Wehmer, C. Zur Bakteriologie und Chemie der Häringslake. Centr. f. Bakt. Abt. II. 1897. pag. 209.

406. — Zur Bakteriologie und Chemie der Häringslake. Abhandlungen des Deutschen Seefischerei-Vereins. Bd. III (Годъ не указанъ).

407. Weis, Det forstl. Forsögsväsen. II. 1908. pag. 257.

408. Weisse, J. F. Monas Okenii. Bulletin Physico-Math. de l'Académie de Saint-Pétersbourg. III. 1845. pag. 310 et 335.

409. Weissenberg, Hugo. Ueber die Denitrifikation Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. 8. 1902. pag. 166.

410. — Studien über Denitrifikation. Archiv für Hygiene. Bd. 30. 1897.

411. Werigo, A. Influence des micro-organismes sur la transformation de la boue des limans. Congrès internat d'hydrob. et de climatologie Biarritz 1886.

Whitson см. King.

412. Will, H. und Wanderscheck, H. Beiträge zur Frage der Schwefel wasserstoffbildung durch Hefe. Centr f. Bakt. II Abt. XVI. 1906.

413. Winogradsky, S. Ueber Schwefelbacterien. Botanisch. Zeitung. 1887.

414. — Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbacterien. Leipzig. 1888.

415. — Zur Mikrobiologie des Nitrifikationsprozesses. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. II. 1896.

416. — Clostridium Pastorianum, seine Morphologie und seine Eigenschaften als Buttersäureferment. Centr. f. Bakt. II Abt. Bd. IX. 1902 pag. 43.

Withers см. Stevens.

417. Wolf, Kurt. Ueber Denitrifikation. Hygienische Rundschau. Jahr. IX. № 11. 1899.

418. — Denitrifikation und Gärung. Hygienische Rundschau Jahrg IX. № 23. 1899.

419. Zernov, S. A. Grundzüge der Verbreitung der Tierwelt des Schwarzen Meeres bei Sebastopol. Abt. I. Benthos. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. II Bd. 1909.

420. Zikes, Heinrich. Ueber eine den Luftstickstoff assimilierende Hefe Torula Wiesneri. Sitz. d. k. Akad. d. Wissenschaft in Wien. Mathem. nat. Kl. Bd. 108. Ab. 1. Juli 1909.

Описаніе таблицъ.

Таблица I.

Всѣ рисунки за искл. рис. 12, сдѣланнаго съ культуры на рыбной желатинѣ, исполнены съ культуръ на рыбномъ агарѣ.

1. Micrococcus boreus n. s.
2. Micrococcus marinus n. s.
3. Bacterium arcticum n. s. Колоніи на агарѣ.
4. Bacterium Knipowitschi n. s. Старая культура.
5. Bacterium Linkoi n. s.
6. Bacterium Breitfussi n. s.
7. Bacterium vulgare (Hauser) Lehm. et Neum. [Proteus vulgaris Hauser].
8. Nadsoniella nigra n. s. Культура по косому агару.
9. Nadsoniella nigra n. s. Культура уколомъ.
10. Bacterium septentrionale n. s. 8 мѣсячная культура.
11. Micrococcus centropunctatus n. s.
12. Bacterium spirale n. s. Культура на желатинѣ, разжиженіе ея.
13.–15. Пигментныя бактеріи изъ культуръ нитрифицирующихъ бактерій со станціи 1370.
16. Bacterium Barentsianum n. s. Колонія въ разливкахъ изъ чашекъ Петри.
17. Micrococcus gelatinosus n. s.

Рис. 1, 6 и 11 исполнила Н. В. Исаченко. Рис. 9, 10 и 17 исполнилъ П. К. Новиковъ, остальные рис. исполнила С. Р. Тамара.

Таблица II.

Сѣрные микроорганизмы изъ Могильнаго озера.

1. Chromatium vinosum (Ehrens.) Winogr. изъ „розовой воды“ и Bacterium chordale.
2. Chromatium vinosum подвижныя формы изъ „розовой воды“.
3. Thiodictyon minus n. sp.
4. Chromatium? цѣпочки = Torula-Form Варминга.
5. Thiosarcina rosea (Schröter) Winogradsky.
6. Amoebo bacter Granula Winogr.
7. Thiopolycoccus ruber Winogr.
8. Thiothece gelatinosa Winogr. Колоніи.
9. Chromatium Okenii (Ehrenberg) Perty.
10. Chromatium minus Winogr. одиночныя клѣтки.
11. Chromatium minus Winogr. двойныя клѣтки.
12. Cromatium Gobii n. sp.
13. Инволюціонныя клѣтки Chromatium vinosum?
14. Rhabdochromatium roseum (Cohn) Winogr.
15. Начальная стадія почернѣнія ила.

16. Колоніи (пятна) пурпурныхъ микроорганизмовъ (сѣрныхъ бактерій) и сползаніе ихъ на дно по стѣнкамъ сосуда, черезъ 6 недѣль послѣ посѣва.

Рис. 1 исполненъ съ наброска С. М. Вислоухъ; рис. 2—14 исполнены съ моихъ рисунковъ, рис. 15—16 исполнены съ натуры С. Р. Тамара.

Таблица III.

1. Бактеріальная пленка въ первыхъ пересѣвахъ съ денитрифицирующими бактеріями (Bacterium Barentsianum n. s.).

2. Бактероидообразныя клѣтки изъ нечистой культуры Clostridium Pastorianum.

3. Отложеніе сѣрнистаго желѣза въ бактеріяхъ, развивающихся въ культурѣ Microspira aestuarii (взято изъ Исаченко, Объ отложеніи сѣрнистаго желѣза внутри бактерій).

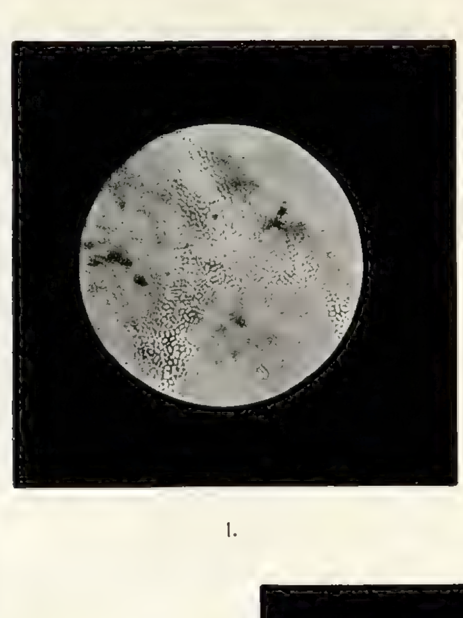
4. Chromatium? цѣпочки—Torula-Form Варминга.

5. Nadsoniella nigra, гигантская колонія на картофелѣ.

Всѣ фотографическіе снимки сдѣланы съ живыхъ неокрашенныхъ организмовъ: 1—4 мною при ув. 1000, 5—В. И. Форостовскимъ въ естеств. величину.

Опечатки и погрѣшности.

				Напечатано:	Слѣдуетъ:
Стр.	7	Строчка	14 снизу	лишь 9%	лишь въ 9%
»	11	»	13 сверху	Bernatii	Bornetii
»	»	»	9 снизу	Cido	lido
»	13	»	15 »	Sacrina	Sarcina
»	14	»	10 сверху	Leptothhrix	Leptothrix
»	17	»	27 »	Пропущено:	Въ 1896 г. были найдены бактеріи Френклендомъ въ водѣ у береговъ Норвегіи подъ 68—71° N
»	18	»	17 снизу	Португалія [3])	Португаліи
»	»	»	4, 6 и 7 »	желудокъ	кишечникъ
»	21	»	7 »	des	der
»	23	»	16 сверху	Cibrio	Vibrio
»	31	»	10 снизу	microbs	microbes
»	39	»	1 »	не нашла	ихъ не нашла
»	50	»	1 »	1907	1908
»	51	»	16 »	Кентонъ	Книтонъ
»	70	»	5 »	Ueber der Hidrolyse	Ueber die Producte der Hydrolyse
»	79	»	12 сверху	принадлежатъ	принадлежитъ
»	81	»	24 »	Azotobakter	Azotobacter
»	86	»	5 снизу	Denitrifyind	Denitrifying
»	98	»	4—5 »	Gemeinde. Wilmersdorf	Gemeinde Wilmersdorf
»	»	»	12 »	цитировано и далѣе	*выбросить*
»	»	»	2 »	biologiqueux	biologique
»	111	»	2 »	denitrifizierender	der denitrifizierenden
»	115	»	4 »	Bd. 1904.	Bd. XI 1903.
»	120	»	4 »	de	des
»	123	»	6 »	M. Catarinesis	M. Catharinensis
»	124	»	9 »	проежали	пролежали
»	129	»	14 сверху	тѣми	тѣмъ
»	141	»	1 снизу	буѣдиться	убѣдиться
»	142	»	5 »	Brand	Brandt.
»	»	»	7 »	Мейеръ	Майеръ
»	156	»	1 »	Bacteriologie	Bakteriologie
»	172	»	19 »	noturelle	naturelle
»	»	»	7 »	Hensewal	Henseval
»	»	»	5 »	fasc.	fasc. I.
»	173	»	8 »	Беренцовымъ	Баренцовымъ
»	186	»	13 »	водорода	сѣроводорода
»	192	»	13 »	Schultze... 1892	Schulze... 1876
»	204	»	1 »	то	поэтому
»	253	»	12 сверху	munus	minus



1.



2.



3.



4.



5.

АКЦ. О-ВО „БІОХРОМЪ" БЫВШ. „С. М. ПРОКУДИНЪ-ГОРСКІЙ", ПЕТРОГРАДЪ, ЕКАТЕРИНГОФСКІЙ "



Списокъ главныхъ работъ Мурманской научно-промысловой экспедиціи.

Н. Книповичъ. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Т. I. 1902 (Отчеты за 1898—1900 гг.). 605 стр. съ картою и рисунками.

Н. Книповичъ. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій Мурмана. Т. II. Часть I. (Отчетъ за 1901 г.). Спб. 1904. 112 стр. съ картою.

Н. Книповичъ. Основы гидрологіи Европейскаго Ледовитаго океана. (отд. оттискъ изъ XLII т. «Зап. по Общей Географіи» Имп. Русск. Географ. Общ.). Спб. 1906 г.

Л. Брейтфусъ. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Отчетъ за 1902 г. Спб. 1903. Съ 88 рисунками, 12 таблицами разрѣзовъ и 3 картами. Часть I и II. 327+218 стр.

Л. Брейтфусъ. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій у береговъ Мурмана. Отчетъ о работахъ въ 1903 г. (Текстъ и журналы) Спб. 1906 г. съ 7 рисунками и картою. LXVIII+170+257 стр.

Л. Брейтфусъ. Экспедиція для научно-промысловыхъ изслѣдованій. Отчетъ о работахъ въ 1904 г. (Текстъ и журналы). Спб. 1908. Часть I и II съ 3 картами и 8 графиками. LXXI+342+231 стр.

Л. Брейтфусъ. Труды Мурманской научно-промысловой экспедиціи 1905 г. Отчетъ о работахъ (текстъ и журналы) 208 стр. съ 1 картою. Спб. 1912.

Л. Брейтфусъ. Труды Мурманской научно-промысловой экспедиціи за 1906 г. Отчетъ о работахъ (текстъ и журналы) Съ 12 таблицами фототипій, 2 картами и 11 таблицами гидрологическихъ разрѣзовъ и графиковъ. Петроградъ 1914 г.

Л. Брейтфусъ. Труды Мурманской научно-промысловой экспедиціи. Приложеніе къ отчету 1906 г. 1) Карта промысловаго пространства Мурманскаго берега. 2) Карта Приканинскаго промысловаго пространства. Въ 5-ти краскахъ. Петроградъ. 1914.

Л. Брейтфусъ и **А. Смирновъ.** Карта рельефа дна Баренцова моря въ 5-ти краскахъ. Спб. 1906 г.

Л. Брейтфусъ. Списокъ станцій и работъ съ парохода «Андрей Первозванный» въ Баренцовомъ и Бѣломъ моряхъ въ 1899—1904 г. включ. Съ приложеніемъ карты рельефа дна этихъ морей въ 5 краскахъ. Спб. 1906 г.

Л. Брейтфусъ. Морской звѣриный промыселъ въ Бѣломъ морѣ и Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ, съ проектомъ экспедиціи на пароходѣ «Фока» для изслѣдованія звѣринаго промысла. Спб. 1905 г.

Л. Брейтфусъ. Руководство къ производству анализовъ по опредѣленію кислорода, азота и углекислоты, растворенныхъ въ морской водѣ, съ чертежами. Архангельскъ. 1902 г.

Л. Брейтфусъ. О границахъ территоріальнаго моря Европейской Россіи въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ. Спб. 1907 г.

Л. Брейтфусъ. Проектъ телеграфной метеорологической службы для оповѣщенія о вѣтрахъ и движеніи льдовъ въ Ледовитомъ океанѣ.—Съ 1 картою. Спб. 1903 г.

Л. Брейтфусъ. О томъ-же, докладъ II Метеорологическому съѣзду въ С.-Петербургѣ въ 1909 г. (см. «Труды» Съѣзда).

Л. Брейтфусъ. Инструкція агентамъ «Мурманскаго промысловаго телеграфа». Спб. 1905 г.

Л. Брейтфусъ. Посолъ трески и пикши по голландскому способу. Спб. 1905 г.

Л. Брейтфусъ. Морской Сибирскій путь на Дальній Востокъ (докладъ и протоколы спеціальной комиссіи). Спб. 1904 г.

Л. Брейтфусъ. Обзоръ дѣйствій Мурманскихъ спасательныхъ крейсеровъ за 1902—1910 г.г. Съ картою и рисунками. 148 стр. Спб. 1911 г.

Л. Брейтфусъ. Главные результаты, достигнутые Мурманской научно-промысловой экспедиціей за десятилѣтіе 1898—1908 г.г. (докладъ секціи Ихтіологіи и Гидробіологіи Юбилейнаго Акклиматизаціоннаго Съѣзда 1908 г. въ Москвѣ). Москва 1910 г.

Л. Брейтфусъ. О необходимости дальнѣйшихъ научно-промысловыхъ изслѣдованій на Сѣверѣ. Спб. 1908 г.

Л. Брейтфусъ. Рыбный промыселъ русскихъ поморовъ въ Сѣверномъ Ледовитомъ океанѣ; его прошлое и настоящее (изъ Матеріал. къ познанію русскаго рыболовства», т. II, вып. 1). Спб. 1913 г.

Л. Брейтфусъ. Къ спонгіо-фаунѣ Кольскаго залива. I и II. (Труды Имп. Общ. Еств. 1911, 1912 г.).

Б. Исаченко. Изслѣдованія надъ бактеріями Сѣвернаго Ледовитаго океана VIII + 298 стр. съ 3 таблицами и 63 рисунками. Петроградъ. 1914.

А. Линко. Изслѣдованія надъ составомъ и жизнью планктона Баренцова моря. Спб. 1907 г.

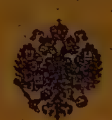
Н. Смирновъ. О морскомъ звѣриномъ промыслѣ на русскихъ судахъ. Спб. 1903. 157 стр. съ рисунками.

А. Токаревскій. Данныя для постройки промысловаго парруснаго деревяннаго судна, вмѣстимостью въ 20 регистр. тоннъ, типъ № VI, съ 5-ю листами строительныхъ чертежей. Спб. 1905 г.

А. Токаревскій. Данныя для постройки промысловаго парусңаго девевяннаго судна. Типъ № I, въ 40 регистр. тоннъ. Съ 5-ю листами строительныхъ чертежей. Спб. 1906 г.

А. Токаревскій. Данныя для постройки вспомогательной промысловой лодки «дори», съ однимъ листомъ строительныхъ чертежей. Спб. 1906 г.

DÉPARTEMENT D'AGRICULTURE.



L'Expédition scientifique pour l'exploration des pêcheries de la côte Mourmane.

RECHERCHES

SUR

LES MICROBES DE L'OCÉAN GLACIAL ARCTIQUE

par

B. L. Issatchenko.

Avec 3 planches et 63 figures.

PETROGRAD.
Imprimerie W. Kirschbaoum.
1914.



